



**Evaluación De La Exposición Ocupacional Al Ruido En Trabajadores Sector Industrial De
Maquinaria Agrícola En La Ciudad De Bogotá Para El Año 2024.**

Martínez De Arco Juan Ignacio

Rivero González Jeim Carolina

Vivero Zabaleta Wilfrido Alberto

Zuluaga Henao Andrés Felipe

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual y a Distancia

Sede Bogotá D.C. - Sede Principal

Programa Maestría en Gerencia de la Seguridad y Salud en el Trabajo

Mayo de 2025

**Evaluación De La Exposición Ocupacional Al Ruido En Trabajadores Sector Industrial De
Maquinaria Agrícola En La Ciudad De Bogotá Para El Año 2024.**

Martínez De Arco Juan Ignacio

Rivero González Jeim Carolina

Vivero Zabaleta Wilfrido Alberto

Zuluaga Henao Andrés Felipe

Tesis de Maestría presentado como requisito para optar al título de Maestría en Gerencia de la
Seguridad y Salud en el Trabajo

Asesor(a)

Montaña Oviedo Katherine

Magister en ciencias Químicas

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual y a Distancia

Sede Bogotá D.C. - Sede Principal

Programa Maestría en Gerencia de la Seguridad y Salud en el Trabajo

Mayo de 2025

Dedicatoria

Dedico este trabajo de investigación, con profundo agradecimiento, a Dios, por darme la sabiduría, la salud y la fortaleza para culminar esta etapa. A mis docentes y asesores, quienes con su orientación y exigencia académica me guiaron para hacer de este proyecto un aporte significativo. Y a todos los trabajadores del sector industrial de maquinaria agrícola, cuya labor diaria fue la inspiración para este estudio. Su esfuerzo silencioso merece ser reconocido, valorado y protegido. Gracias a todos los que, de alguna manera, hicieron parte de este camino.

Agradecimientos

Primeramente, agradecemos al creador de todo por permitirnos darnos la sabiduría y gracia, a nuestras familias y seres queridos por tener la confianza y motivación en el desarrollo de nuestro proceso académico. Así mismo extendemos el agradecimiento a la profesora Katherine Montaña Oviedo por guiarnos en el desarrollo del presente estudio de investigación, a la universidad minutos de Dios por ser la institución que dio las herramientas académicas y a la empresa, por prestarnos sus instalaciones para realizar el presente estudio de estudio.

Tabla de contenido

Dedicatoria	3
Resumen.....	9
Abstract	10
Introducción	11
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
Presentación del problema de investigación	13
Justificación	14
Objetivos	16
Objetivo general.....	16
Objetivos específicos.....	16
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	17
Antecedentes de la Investigación.....	17
Bases teóricas o fundamentos conceptuales	20
Organización del sector o la actividad económica	21
Procesos y actividades asociadas al sector o la actividad económica.....	23
Valores Límite Permisibles	24
Estrategias de valoración del riesgo - ruido	25
Efecto a corto y largo plazo por exposición a ruido	26
Estrategias de intervención	27
Estrategia De Muestreo (Dosímetros).....	31
Marco legal.....	32
CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN	35
Tipo de investigación y enfoque.....	35
Población y muestra	35
Técnicas o herramientas de recolección de datos	36
Operacionalización de variables.....	39
Fases de la investigación	39
Análisis de datos.....	42
Consideraciones éticas	42
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	43

Establecer el perfil sociodemográfico, condiciones laborales y de trabajo de la población de estudio por exposición a ruido	43
Asociar los factores de peligro que inciden en la exposición a ruido durante la ejecución de actividades en el sector industrial de maquinaria agrícola	46
Cuantificar el nivel de ruido durante la actividad en el sector industrial de maquinaria agrícola:	47
Proponer estrategias que permitan mitigar la exposición al factor de riesgo físico por ruido a los trabajadores de la empresa del sector industrial de maquinaria:.....	51
Discusión de resultados:.....	53
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	56
Conclusiones	56
Recomendaciones finales.....	57
Referencias.....	62

Índice de tabla

Tabla 1 Valores Límites Umbrales están relacionados con los niveles de presión sonora de exposición en los lugares de trabajo.	24
Tabla 2 Tiempo máximo permitido de exposición en México y Estados Unidos	25
Tabla 3 Estrategias de control del ruido según la norma GTC 45.	31
Tabla 4 Normatividad en Colombia sobre exposición al ruido en las empresas.	32
Tabla 5 Criterios de exclusión e inclusión de la muestra de 10 trabajadores.....	36
Tabla 6 Variables e indicadores.	39
Tabla 7 Enfoque sistemático para evaluar la exposición al ruido y desarrollar estrategias de mitigación en trabajadores de maquinaria agrícola.....	40
Tabla 8 Condiciones de trabajo y riesgos para la salud.	43
Tabla 9 Perfil sociodemográfico	45
Tabla 10 factores de peligro que inciden en la exposición a ruido.....	47
Tabla 11 Nivel de ruido durante la actividad en el sector industrial de maquinaria agrícola.....	48
Tabla 12 BBD Muestra De Ruido Por Área De Trabajo	50
Tabla 13 Análisis de Riesgos y Medidas de Mitigación	51
Tabla 14 Plan de Acción Jerarquizado - Controles del Riesgo.....	60
Tabla 15 Componentes de Apoyo Estratégico.....	61
Tabla 16 Sistema de Vigilancia Epidemiológica (SVE) para Riesgo Auditivo.....	62
Tabla 17 Indicadores Globales del Programa.....	63

Índice de figuras

Figura 1 Estrategia para evaluar y gestionar exposiciones ocupacionales	29
Figura 2 Diagrama de flujo de la investigación tomado con base a la Guía de Atención Integral de Salud Ocupacional Basada en la Evidencia para Hipoacusia Neurosensorial Inducida por Ruido en el Trabajo	38
Figura 3 Fases metodológicas de la investigación.	40
Figura 4 Programa de estrategias para mitigar la exposición al ruido en el sector industrial de la maquinaria.	52

Índice de anexos

Anexo A <i>Consentimiento informado</i>	65
Anexo B <i>Encuesta sociodemográfica</i>	66
Anexo C <i>Encuesta de observación estructurada</i>	66
Anexo D <i>Programa de Intervención para la Mitigación del Riesgo por Exposición Ocupacional al Ruido</i>	66

Resumen

Contexto: La exposición ocupacional al ruido prolongado es uno de los primordiales factores de riesgo en ambientes industriales, fundamentalmente en sectores donde se utilizan equipos pesados, como lo es el de maquinaria agrícola.

Objetivo: Evaluación de la exposición ocupacional al ruido en trabajadores sector industrial de maquinaria agrícola para una empresa en la ciudad de Bogotá para el año 2024.

Metodología: Las mediciones de ruido se llevaron a cabo directamente en la sección de corte de metales y el área de prensado de la empresa, aplicando un enfoque cuantitativo, realizando mediciones de ruido según la Resolución 627 de 2006, la Resolución 6918 de 2010 y la Ley 2450 de 2025. Se evaluaron los niveles de presión sonora en diferentes áreas de producción y se analizaron los perfiles sociodemográficos de los trabajadores

Resultado: Se identificaron niveles de presión sonora de hasta 92,5 dBA en operaciones de ensamble y soldadura, superando el límite permisible de 85 dBA para una jornada de 8 horas. El 30% de los trabajadores evaluados estuvo expuesto a niveles de riesgo higiénico significativo. Se propuso un plan de intervención jerarquizado que incluye: (1) controles de ingeniería (aislamiento acústico en zonas críticas), (2) controles administrativos (rotación de personal) y (3) uso de EPP (orejeras con NRR \geq 25 dB).

Conclusiones: La investigación concluye que existe una sobreexposición significativa al ruido, lo que representa un riesgo crítico para la salud ocupacional donde se evidenció que los trabajadores del sector de maquinaria agrícola en Bogotá para el año 2024 están expuestos a niveles de ruido que superan los límites permisibles, lo que representa un riesgo significativo para su salud auditiva. La implementación de programas de vigilancia médica audiometría anual y capacitación en prevención de riesgos auditivos, uso de los EPP correctos y rotación del personal. Estas medidas buscan reducir significativamente la exposición al ruido, mitigar sus efectos adversos sobre la salud auditiva y general de los trabajadores de este sector, y contribuir a la mejora de las condiciones laborales, garantizando un entorno industrial productivo, saludable y seguro.

Palabras clave: Límites de exposición, Ruido, medición sonora, presión sonora

Abstract

Context: Prolonged occupational exposure to noise is one of the primary risk factors in industrial environments, particularly in sectors where heavy equipment is used, such as agricultural machinery.

Objective: To evaluate occupational noise exposure among workers in the agricultural machinery industrial sector for a company in Bogotá in 2024.

Methodology: Noise measurements were conducted directly in the metal-cutting section and the pressing area of the company, applying a quantitative approach in accordance with Resolution 627 of 2006, Resolution 6918 of 2010, and Law 2450 of 2025. Sound pressure levels were assessed in different production areas, and workers' sociodemographic profiles were analyzed.

Results: Sound pressure levels of up to 92.5 dBA were identified in assembly and welding operations, exceeding the permissible limit of 85 dBA for an 8-hour workday. Thirty percent of the evaluated workers were exposed to significant hygienic risk levels. A hierarchical intervention plan was proposed, including: (1) engineering controls (acoustic insulation in critical zones), (2) administrative controls (worker rotation), and (3) the use of PPE (earmuffs with an NRR \geq 25 dB).

Conclusions: It was demonstrated that workers in Bogotá's agricultural machinery sector in 2024 are exposed to noise levels exceeding permissible limits, representing a significant risk to their hearing health. The implementation of annual audiometric medical surveillance programs and training on hearing risk prevention is recommended. These measures aim to significantly reduce noise exposure, mitigate its adverse effects on workers' hearing and overall health, and contribute to improved working conditions, ensuring a productive, healthy, and safe industrial environment.

Keywords: Exposure limits, Noise, Sound measurement, Sound pressure

Introducción

En los entornos industriales donde se opera, manufactura y se realiza mantenimiento maquinaria de forma continua de la industria agrícola, los trabajadores pueden estar expuestos a niveles de ruido que superan los límites permisibles, lo que representa un riesgo significativo para su salud. En particular, el sector industrial de maquinaria agrícola enfrenta desafíos importantes en materia de seguridad ocupacional debido a la exposición prolongada al ruido, que involucran el uso de: Prensas hidráulicas, taladros industriales, soldadura y corte de metal, equipos de prueba y calibración (Herrick, 2025). Estos generan niveles de ruido que frecuentemente superan los 85 dBA, el límite permitido por normativas laborales (Organización Internacional del Trabajo, 2025), representando un riesgo real de pérdida auditiva inducida por ruido después de todo, esta condición puede derivar en alteraciones auditivas que, por su naturaleza progresiva, pueden evolucionar en enfermedades crónicas si no se implementan medidas adecuadas de prevención y control.

El presente estudio se justifica en la necesidad urgente de proteger la salud auditiva de los trabajadores del sector manufacturero, así como de garantizar el cumplimiento de la normativa legal vigente en Colombia en materia de Higiene Industrial y Salud Ocupacional como la Ley 1562 de 2012, Resolución 1409 de 2012. Asimismo, se busca proporcionar una base técnica para que la empresa implemente un plan de control de riesgos físicos sustentado en evidencia. La propuesta también puede servir como referencia para otras industrias similares que enfrentan desafíos en la gestión del ruido.

En estudios realizados en el sector agrícola, como el de Bonnett, Ovalle, & Bonnett, (2023), se observó que el uso de protectores auditivos es limitado, notando que el 51% de los trabajadores ocasionalmente no utilizaban equipos de protección auditiva, y un 17% usualmente no los utilizaban. Según lo que señala la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2021) la pérdida de audición impacta negativamente en la calidad de vida de las personas, generando consecuencias como aislamiento social, depresión, deterioro en el desempeño cognitivo y baja autoestima. Probablemente es por eso por lo que la hipoacusia ocupacional es reconocida como una enfermedad de origen laboral en Colombia y otros países, como puede leerse en el Decreto 1477 de 2014 del Ministerio de Trabajo, el cual establece normativas para la protección de los trabajadores y fomenta su diagnóstico y prevención. Sin embargo, a pesar de esta legislación, el ruido continuo en entornos industriales sigue siendo un problema persistente, especialmente cuando las medidas de mitigación no se aplican de manera efectiva.

Dado este contexto, el presente estudio surgió con el propósito de evaluar la exposición ocupacional al ruido en una empresa del sector de maquinaria agrícola ubicada en Bogotá, identificar los grupos de exposición similar (GES) y caracterizar el perfil sociodemográfico de los trabajadores expuestos. A partir de esta evaluación, se pretende proponer medidas de intervención que mejoren las condiciones acústicas del entorno laboral.

Se aplicará una metodología cuantitativa de tipo descriptivo. Las mediciones de ruido ambiental se realizarán conforme a la Norma Técnica Colombiana NTC 3528 y la ISO 9612, utilizando dosímetros y sonómetros calibrados. Se identificarán los Grupos de Exposición Similar (GES) y se recopilará información sociodemográfica mediante encuestas estructuradas. El análisis se enfocará en comparar los niveles de exposición con los límites establecidos en la legislación vigente Resolución 1792 de 1990 y, con base en los resultados, se propondrán medidas jerarquizadas según la pirámide de control de riesgos.

A partir de los hallazgos obtenidos, se proponen medidas de control orientadas a la mitigación del ruido, tales como la implementación de controles de ingeniería, el aislamiento de fuentes sonoras, la rotación de trabajadores y el uso adecuado de equipos de protección personal (EPP). Asimismo, se plantea la instauración de un programa de vigilancia epidemiológica para monitorear la salud auditiva de los empleados a largo plazo. Con estas acciones, se busca mejorar las condiciones laborales y garantizar la protección de la salud auditiva de los trabajadores expuestos a este riesgo ocupacional.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Presentación del problema de investigación

La exposición ocupacional al ruido constituye una de las principales amenazas para la salud auditiva en el entorno laboral, especialmente en sectores industriales con alto uso de maquinaria. Según la Organización Mundial de la Salud (2021), la exposición prolongada a niveles elevados de ruido puede causar pérdida auditiva irreversible, así como otras complicaciones como acúfeno, estrés, ansiedad y disminución de la calidad de vida. Estas afecciones no solo impactan la salud del trabajador, sino que también generan consecuencias económicas y sociales significativas, tanto para las empresas como para el sistema de salud, debido al aumento en los costos de atención médica y la disminución de la productividad laboral (OMS, 2021).

En Colombia, la Resolución 1792 de 1990, expedida por el Ministerio de Salud, establece un límite máximo de exposición diaria al ruido de 85 decibelios (dBA) para una jornada laboral de ocho horas (Ministerio del Trabajo y Ministerio de Salud y Protección Social, 1990). Sin embargo, más de tres décadas después de su promulgación, muchas empresas del sector industrial continúan enfrentando serias dificultades para cumplir con esta normativa, debido a la ausencia de sistemas de monitoreo continuo, controles efectivos y cultura de prevención consolidada. Esta situación se agrava en sectores como la manufactura de maquinaria agrícola, donde la operación constante de equipos pesados genera niveles sonoros que, con frecuencia, superan los límites permisibles (Sánchez, 2022)

En Colombia, según un estudio de Rangel & Zea (2019), se evidenció mediante encuestas que la prevalencia de la enfermedad oscila entre el 7% y el 47% en la población general, mientras que, en el sector industrial, particularmente el agrícola, se registró entre el 14,43% y el 16%. A nivel nacional, estas enfermedades representan el 4% de las patologías de origen laboral.

Según la evidencia estadística, a nivel mundial, 16 de cada 100 casos de pérdida auditiva pueden atribuirse a la exposición ocupacional al ruido, lo que equivale a 4,2 millones de años de vida saludables perdidos anualmente, de los cuales 415.000 se deben exclusivamente al ruido en el entorno laboral. Además, el 67 % de estos casos afecta predominantemente a los hombres, quienes suelen estar más expuestos a maquinaria y herramientas ruidosas en sectores industriales y agroindustriales (OMS, 2021).

La empresa objeto de estudio, ubicada en la ciudad de Bogotá, se dedica al ensamble y mantenimiento de maquinaria agrícola. Debido a la naturaleza de sus procesos, enfrenta desafíos significativos en la gestión del riesgo por ruido. Aunque cuenta con algunas medidas preventivas como la entrega de protectores auditivos y la realización esporádica de capacitaciones, no ha realizado una

evaluación exhaustiva que permita conocer con precisión los niveles de exposición al ruido de sus trabajadores ni la identificación de las áreas de mayor riesgo.

Ante la ausencia de un diagnóstico preciso, es difícil diseñar estrategias efectivas para prevenir enfermedades auditivas laborales, lo que representa una brecha entre la normativa legal y su aplicación práctica.

Por lo tanto, el problema de investigación se centra en la necesidad de evaluar de manera precisa la exposición ocupacional al ruido dentro de esta empresa, identificar las áreas con mayor riesgo y establecer un perfil Sociodemográfico de los trabajadores más vulnerables. Este análisis permitirá formular acciones correctivas y preventivas basadas en evidencia técnica, contribuyendo al cumplimiento de las normativas de seguridad y salud en el trabajo. Estructurado la siguiente pregunta:

¿Cuáles son los factores de riesgo por ruido y el nivel de exposición ocupacional al ruido en los trabajadores del sector industrial de una empresa de maquinaria agrícola en la ciudad de Bogotá para el año 2024?

Justificación

Por todo lo expuesto hasta ahora, El presente estudio se justifica en la necesidad urgente de proteger la salud auditiva de los trabajadores del sector manufacturero, así como de garantizar el cumplimiento de la normativa legal vigente en Colombia en materia de higiene industrial y salud ocupacional. Asimismo, se busca proporcionar una base técnica para que la empresa implemente un plan de control de riesgos físicos sustentado en evidencia. La propuesta también puede servir como referencia para otras industrias similares que enfrentan desafíos en la gestión del ruido. como la forma en que las lesiones o pérdidas auditivas afectan la producción de una empresa, así como la calidad de vida laboral y personal de los trabajadores, es inevitable reconocer la importancia de la evaluación y el control de riesgos ocupacionales asociados al ruido tanto desde una perspectiva ética y humana, como científica y técnica.

El control del riesgo asociado al ruido no solo reduce las posibilidades de desarrollo de sordera parcial o total (Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, 2006), sino que beneficia la salud mental de los trabajadores al minimizar algunos de los estímulos negativos asociados al estrés, la fatiga crónica, trastornos de sueño e incluso hipertensión y enfermedades cardiovasculares (García, 2024).

Así puede decirse en primer lugar, desde un enfoque académico, que esta investigación pretende contribuir al conocimiento en el área de la seguridad y salud en el trabajo, particularmente en lo relacionado con la exposición al ruido en la industria de maquinaria agrícola. Por las indagaciones realizadas, se tiene que la literatura existente ha abordado ampliamente los efectos del ruido en sectores como la construcción y la manufactura en general, pero existen pocos estudios específicos sobre su

impacto en la maquinaria agrícola dentro del contexto colombiana (Scott, 2019). En ese sentido, este trabajo aporta a llenar ese vacío, proporcionando datos actualizados sobre la exposición al ruido en este sector y fortaleciendo la base teórica sobre los riesgos ocupacionales relacionados con el ruido en entornos industriales similares.

Además, según la Guía de Atención Integral Basada en la Evidencia para Hipoacusia Neurosensorial Inducida por Ruido en el Lugar de Trabajo (GATI-HNIR) (Ministerio de la Protección Social, 2006), metodología utilizada en este estudio permitirá generar información precisa sobre los niveles de exposición al ruido y su distribución en diferentes áreas de trabajo. Esto es relevante porque permitirá identificar patrones de exposición, caracterizar los Grupos de Exposición Similar (GES) y proponer medidas específicas de intervención. De este modo, se refuerza la aplicabilidad del conocimiento teórico en el diseño de estrategias de mitigación que respondan a la realidad del sector industrial en estudio.

Por otra parte, desde el punto de vista técnico, este estudio permitirá el desarrollo de un diagnóstico detallado de los niveles de ruido presentes en la empresa objeto de estudio, utilizando herramientas de medición estandarizadas y metodologías alineadas con las normativas nacionales e internacionales. Se aplicarán normativas como la *Resolución 1792 de 1990* y la *Resolución 0627 de 2006* del Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, además de directrices internacionales de la Organización Mundial de la Salud (2022), la cual indica que el ruido ocupacional no supere 70 dB(A) en promedio durante 8 horas para evitar daño auditivo y la *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA, 2013), que permite un máximo de 90 dB(A) para 8 horas, con un nivel de acción de 85 dB(A) que exige medidas de control. La aplicación de estas normas asegurará la rigurosidad del análisis y permitirá establecer recomendaciones fundamentadas para la reducción del riesgo auditivo en los trabajadores.

De manera específica la empresa objeto de estudio se beneficia directamente de los hallazgos de esta investigación, ya que obtendrá información detallada sobre las fuentes de ruido más críticas dentro de sus instalaciones. Con base en estos datos, se podrán diseñar estrategias de control como la implementación de barreras acústicas, el aislamiento de fuentes de ruido, la rotación de personal en áreas de alta exposición y el uso adecuado de equipos de protección personal (EPP). Estas medidas no solo reducirán la probabilidad de desarrollar hipoacusia ocupacional, sino que también contribuirán a mejorar el bienestar general de los trabajadores, disminuir el ausentismo laboral y optimizar la productividad.

Por otro lado, el cumplimiento normativo es un aspecto clave para la empresa, ya que el desconocimiento o la falta de implementación de medidas de control pueden derivar en sanciones legales y afectar la reputación corporativa. Al adoptar estrategias basadas en evidencia científica y ajustadas a las

normativas vigentes, la empresa no solo garantizará el bienestar de sus trabajadores, sino que también fortalecerá su imagen como una organización comprometida con la seguridad y la salud en el trabajo.

Objetivos

Objetivo general

- Evaluación de la exposición ocupacional al ruido en trabajadores sector industrial de maquinaria agrícola para la empresa en la ciudad de Bogotá para el año 2024.

Objetivos específicos

- Establecer el perfil sociodemográfico, condiciones laborales y de trabajo de la población de estudio por exposición a ruido.
- Asociar los factores de peligros que incluyen en la exposición a ruido durante la ejecución de actividades en el sector industrial de maquinaria agrícola.
- Cuantificar el nivel de ruido durante la actividad en el sector industrial de maquinaria agrícola.
- Proponer estrategias que permitan mitigar la exposición al factor de riesgo físico por ruido a los trabajadores de la empresa del sector industrial de maquinaria

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

En este capítulo, correspondiente al marco teórico y algunos aspectos legales de la investigación se da cuenta de los antecedentes de estudio a nivel internacional y nacional asociados al riesgo ocupacional de ruido, su abordaje o sus consecuencias, tanto desde perspectivas organizacionales como desde informes investigativos similares a este. De igual manera se describen los conceptos o principios teóricos que sustentan esta investigación y la forma en que se comprende el fenómeno estudiado.

Antecedentes de la Investigación

Se partió de una revisión documental exhaustiva de investigaciones previas, normativas nacionales e internacionales sobre higiene industrial y estudios técnicos relacionados con la exposición ocupacional al ruido en el sector manufacturero. Los antecedentes fueron encontrados a través de bases de datos académicas, informes técnicos de entidades como el Ministerio de Trabajo, la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y el Instituto Nacional de Salud. Esta información permitió contextualizar la problemática, identificar los principales factores de riesgo presentes en entornos industriales y justificar la necesidad de una evaluación técnica en la empresa objeto de estudio, dedicada al ensamble de maquinaria agrícola en Bogotá.

Este primer estudio es el Informe mundial sobre la audición (Organización Panamericana de la Salud, 2021), en este se plantea la importancia de la atención otológica y audiológica como una prioridad de salud pública a nivel global. Este documento surgió con el objetivo de sensibilizar a los gobiernos y profesionales de la salud sobre la creciente problemática de la pérdida auditiva y las estrategias necesarias para abordarla desde una perspectiva integral que incluyera la dimensión personal y profesional del individuo y de los grupos humanos. La metodología utilizada para su elaboración incluyó la recopilación y análisis de datos epidemiológicos y financieros sobre la pérdida auditiva en diferentes países, con especial énfasis en aquellos de ingresos bajos y medianos o en vía de desarrollo. Entre los hallazgos más relevantes se encuentra la desproporción entre la cantidad de personas con pérdida auditiva y la disponibilidad de servicios especializados, lo que sugiere la necesidad de implementar políticas públicas para garantizar el acceso equitativo a la atención auditiva. Esto, claro no se vincula directamente con la prevención de riesgos a nivel organizacional, sin embargo, resalta su importancia por cuanto al carecer de condiciones óptimas para la atención de estos casos es menester aumentar los esfuerzos para la reducción de los riesgos vinculados a esta clase de condiciones crónicas.

Relacionado con el anterior, otro antecedente internacional importante, de tipo gubernamental es Ruido OIT: ¿Por qué es importante abordar la cuestión del ruido? (Organización Internacional del Trabajo, 2023), este documento resalta los efectos adversos del ruido en el entorno laboral y su impacto en la salud auditiva de los trabajadores. La Organización Internacional del Trabajo (OIT) subraya que la exposición prolongada a altos niveles de ruido no solo causa pérdida auditiva, sino que, como se ha mencionado en el planteamiento y la justificación de esta investigación, también incrementa el estrés, la fatiga y el riesgo de enfermedades cardiovasculares. A través de una revisión de estudios científicos y normativas internacionales, el informe destaca la necesidad de establecer límites de exposición al ruido, promover el uso de protección auditiva y diseñar entornos laborales más seguros para reducir estos riesgos.

En Ecuador, la investigación Medidas preventivas para la hipoacusia inducida por ruido en trabajadores de la empresa de textilería Creaciones Luigi en la ciudad de Ambato (Morales, 2023) tuvo el propósito de diseñar estrategias para prevenir la pérdida auditiva en los empleados de esta empresa textilería. Mediante la observación y medición de los niveles de ruido en las áreas de corte y confección, se determinó que los trabajadores estaban expuestos a niveles de ruido superiores a los permitidos por la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y que, además, no utilizaban protección auditiva de manera constante. Como resultado, se propusieron medidas preventivas como la reducción del tiempo de exposición al ruido, la implementación de controles técnicos y el fomento del uso de orejeras en el ambiente laboral.

Ahora bien, en el contexto colombiano, puede mencionarse en primer lugar la investigación Evaluación de la exposición ocupacional al ruido en personal militar y civil de la banda de músicos de la Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba del Ejército Nacional de Colombia (Espitia, López, & Montoya, 2019). Este trabajo se realizó por medio de la utilización de mediciones acústicas y la comparación con los límites permisibles establecidos por la legislación colombiana; tras ello se determinó que todos los instrumentos utilizados generan un nivel de ruido superior al permitido, lo que representa un riesgo significativo para los músicos. El estudio concluyó que la exposición al ruido en esta población es excesiva y por tanto inaceptable, por lo que concluye con la recomendación de implementar medidas preventivas inmediatas para mitigar los posibles daños auditivos.

De manera similar, el Ministerio de Salud de Colombia, desarrolló el Análisis de la Situación de la Salud Auditiva y Comunicativa en el país de Colombia. Convenio 519 de 2015 (Gaviria, et al ,2016) en el que se describe exhaustivamente la prevalencia de enfermedades auditivas en el país y los recursos disponibles para su atención. A través de una metodología basada en el análisis de registros de atención

en salud, en cabeza del ministro de salud, los investigadores afirmaron que durante el período de estudio se reportaron más de tres millones de consultas relacionadas con alteraciones del oído interno, con una prevalencia poblacional de 7.207,56 por cada 100.000 habitantes. Bogotá, Antioquia, Valle del Cauca, Cundinamarca y Atlántico fueron las regiones con mayor incidencia. El estudio también evidenció la necesidad de fortalecer la infraestructura de atención auditiva y mejorar la capacitación del personal de salud en esta área.

La investigación Factores asociados a la hipoacusia neurosensorial presentes en las operaciones de la empresa BB Equipos Topográficos SAS, Tuta (Boyacá), octubre de 2018 (Saboya Romero, 2018) tuvo como objetivo identificar los factores de riesgo asociados a la hipoacusia neurosensorial en los trabajadores de esta empresa y proponer estrategias para su mitigación. Para ello se aplicaron encuestas y listas de chequeo a los empleados, y se analizaron los niveles de ruido generados en sus actividades diarias. Se encontró que el 100 % de los trabajadores estaban expuestos a ruido industrial por encima de los niveles recomendados, lo que llevó a la formulación de indicaciones como la actualización de la maquinaria, la realización de dosimetrías de ruido y el uso obligatorio de protectores auditivos.

Por otra parte, en un contexto más específico, la investigación Guía de intervención frente a los efectos psicosociales que causa la exposición al ruido en los trabajadores de la empresa Inversora La Paz (Ovalle, Patiño, & Quilaguy, 2021) abordó la relación entre el ruido ocupacional y los riesgos psicosociales en los trabajadores de prensa de esta empresa. La metodología utilizada consistió en la aplicación de encuestas y entrevistas estructuradas para evaluar los niveles de estrés, insomnio y disminución de la productividad laboral. Los hallazgos indicaron que la exposición prolongada al ruido genera síntomas de estrés crónico y afectaciones en la salud mental, por lo que se propuso una guía de intervención que incluye estrategias para reducir la exposición y mejorar el bienestar de los empleados.

Finalmente, el estudio del factor de riesgo ruido laboral e implementación de medidas preventivas en el área de mantenimiento de la empresa Justice Company Técnica Industrial S.A. (Guerrero, 2022) examinó la incidencia del ruido en los trabajadores del área de generación de esta empresa. A través de monitoreos de ruido industrial y ambiental, se encontró que los niveles de exposición superaban los límites establecidos, especialmente en los empleados con jornadas superiores a 12 horas diarias. Como respuesta, se sugirió la adopción de mejoras en la fuente de emisión, en los medios de transmisión del ruido y en la protección individual de los trabajadores para reducir los riesgos auditivos.

La revisión de antecedentes internacionales y nacionales evidencian que la exposición ocupacional al ruido es un problema recurrente en diversos sectores industriales, teniendo consecuencias como la pérdida auditiva irreversible hasta impactos psicosociales y productivos. Estudios como los de la

OMS (2021) y la OIT (2023) destacan la urgencia de abordar este riesgo desde políticas públicas y normativas estrictas, mientras que investigaciones en contextos latinoamericanos (Ecuador, Colombia) confirman la prevalencia de entornos laborales con niveles de ruido superiores a los límites permisibles, así como deficiencias en la implementación de medidas preventivas.

Bases teóricas o fundamentos conceptuales

La base teórica de este estudio tiene como propósito sustentar conceptualmente la investigación sobre la exposición ocupacional al ruido en el sector de manufactura de maquinaria agrícola. Para ello, se abordan los principales fundamentos científicos, técnicos y normativos relacionados con el ruido como factor de riesgo laboral, sus efectos sobre la salud, y las estrategias para su evaluación y control.

Siguiendo los planteamientos de la OIT, coherente con los diccionarios gramáticos y médicos, es posible afirmar que el ruido es un sonido que en forma de ondas que es percibido por el oído humano como molesto e incluso doloroso, y que en los lugares de trabajo suele estar producido por la operación de maquinaria o herramientas de distinto tipo. Por esto mismo, la normativa internacional establece que el límite de exposición permitido en entornos laborales es de 85 decibeles (dB(A)) para una jornada de 8 horas diarias (Organización Internacional del Trabajo, 2023); sin embargo, si el nivel de ruido aumenta, el tiempo de exposición debe reducirse. Por ejemplo, a 90 dB(A), la exposición segura se reduce a 4 horas, mientras que a 100 dB(A) no debería superar 1 hora diaria. En algunos países, como Colombia, la Resolución 0627 de 2006 del Ministerio de Protección Social adopta estos límites y establece medidas preventivas obligatorias para empleadores y trabajadores con el fin de minimizar los efectos negativos del ruido en la salud ocupacional.

Los criterios de referencia o Valores Límites Umbrales están relacionados con los niveles de presión sonora, los cuales representan condiciones bajo las que se considera que la mayoría de los trabajadores podrían estar repetidamente expuestos, día tras día, sin que aumente la probabilidad de que aparezcan efectos adversos relacionados con pérdidas permanentes del umbral auditivo (Bartual Sánchez & Guardino Solá, 2018). Para la presente evaluación se tuvo en cuenta el criterio establecido por la Conferencia Americana de Higienistas Industriales del Gobierno (ACGIH) (Occupational Safety and Health Administration, 2018), y se basó en lo establecido en la resolución 2488/2007, que refiere valores máximos de exposición de 85 dB(A) para periodos de 8 horas durante la jornada laboral y con tasa de cambio de 3 dB (A), es decir, con reducción del tiempo de exposición a la mitad cada vez que el nivel de presión acústica aumenta en 3 dB(A).

Especificar esto es importante por cuanto todo el proceso investigativo del que aquí se da cuenta, se mueve en torno al problema del ruido en el entorno laboral de una empresa agroindustrial. Sin embargo, más allá de esto, es importante describir aquí los otros principios teóricos y legislativos que se tienen en cuenta para el desarrollo de estas. Esto incluye la comprensión de la organización del sector productivo con exposición a ruido, así como la descripción de las consecuencias que la ausencia de precauciones puede causar en los trabajadores.

Organización del sector o la actividad económica

Colombia cuenta con una diversidad de empresas dedicadas a la fabricación, distribución y mantenimiento de maquinaria agrícola. Según el directorio Empresite Colombia, existen aproximadamente 1.200 empresas registradas en este sector, incluyendo firmas como Maquinaria Agrícola Verimon S.A.S., Agroccidente Maquinaria Agrícola S.A.S., y El Llano Maquinaria Agrícola S.A.S (Colorado, 2024).

En septiembre del año 2024, el sector agropecuario en Colombia empleó a aproximadamente 3,2 millones de personas, lo que representó un incremento del 3,1% en comparación con el mismo mes del año anterior. Este crecimiento refleja la resiliencia del campo colombiano y el impacto positivo de las políticas implementadas para fomentar el desarrollo rural (Agroindustria, 2024).

Sin embargo, es importante destacar que el sector agropecuario enfrenta desafíos significativos en términos de condiciones laborales. La alta tasa de informalidad laboral conlleva a condiciones de trabajo inseguras, caracterizadas por largas jornadas laborales, falta de descanso adecuado, ausencia de medidas de seguridad y de uso de elementos de protección personal, así como la falta de capacitación y formación para los trabajadores.

Además, la inversión en maquinaria y equipo representa una proporción significativa del Producto Interno Bruto (PIB) del país. Este segmento no solo contribuye al crecimiento económico, sino que también impulsa la modernización del sector agrícola, generando empleo y fomentando el desarrollo rural.

El sector de maquinaria agrícola, fundamental para la modernización del agro colombiano, presenta una serie de riesgos laborales que afectan tanto la salud de los trabajadores como la productividad de las empresas. Entre los principales riesgos se encuentran los físicos, como la exposición a ruido elevado, vibraciones y temperaturas extremas; ergonómicos, como posturas forzadas y manipulación de cargas pesadas; mecánicos, relacionados con partes móviles sin protección; y químicos,

derivados del uso de sustancias peligrosas. También se identifican riesgos eléctricos, psicosociales (estrés, carga laboral excesiva) y organizacionales, especialmente en contextos con alta informalidad y escasa capacitación.

En el sector industrial colombiano, la exposición a niveles elevados de ruido es una preocupación significativa para la salud ocupacional en Colombia. De ahí que la Guía de Atención Integral de Salud Ocupacional Basada en la Evidencia para Hipoacusia Neurosensorial Inducida por Ruido en el Lugar de Trabajo (GATISO-HNIR), adoptada mediante la Resolución 2844 de 2007 del Ministerio de Salud y Protección Social, establezca lineamientos para la prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de esta condición.

De acuerdo con esta guía, las exposiciones repetidas o prolongadas pueden resultar en daños auditivos permanentes, en tal caso, la magnitud del impacto dependería de la intensidad del ruido y la duración de la exposición. En coherencia con aspectos ya mencionados en este trabajo, el citado documento también señala que los efectos auditivos, la exposición al ruido en el entorno laboral puede generar consecuencias extra-auditivas, como fatiga, alteraciones cardiovasculares y efectos sobre el sistema nervioso, lo que puede disminuir la productividad y aumentar la fatiga en los trabajadores. Por estos múltiples factores son fundamental que las empresas implementen programas de conservación auditiva, que incluyan monitoreo constante de los niveles de ruido, uso adecuado de protectores auditivos y formación continua para los trabajadores, con el objetivo de preservar su salud y bienestar en el entorno laboral.

Es a partir de esta clase de evaluaciones y otras similares, que se evidencian efectos más comunes de la exposición al ruido laboral se encuentra la hipoacusia neurosensorial inducida por ruido (HNIR), también conocida como sordera profesional, que puede originarse tanto por una exposición única a un sonido de alta intensidad como por la exposición repetitiva a niveles superiores a 75–85 dB en entornos industriales (OMS, 2022).

No obstante, es importante que se reconozcan los factores de riesgo auditivo a los que se enfrentan las empresas y sus trabajadores, aspecto del que nos ocuparemos en el siguiente apartado.

El ruido en el contexto ocupacional se define como cualquier sonido no deseado o perturbador que interfiere con las actividades normales de una persona, como la comunicación, el trabajo o el descanso, y que puede causar efectos adversos en la salud. En términos técnicos, el ruido es una mezcla

desorganizada de ondas sonoras con diferentes frecuencias y amplitudes, cuya intensidad se mide en decibelios (dB) (Morillas, Zamarreño, & Rey, 2014).

La Organización Panamericana de la Salud (OMS) también define el ruido como un contaminante ambiental que, cuando se presenta de forma prolongada o intensa, puede provocar efectos auditivos como pérdida de audición y no auditivos como trastornos del sueño, enfermedades cardiovasculares, estrés y disminución del rendimiento laboral (OMS, 2021).

Procesos y actividades asociadas al sector o la actividad económica

En las empresas del sector agroindustrial, como la que compete a esta investigación, el ruido; cualquier sonido no deseado, refiriéndose a los casos en los que la persona que puede resultar afectada no está escuchando a propósito el cual representa un factor de riesgo significativo, especialmente en actividades que implican el uso continuo de maquinaria pesada y herramientas de alto impacto. Por ejemplo, dentro de los procesos productivos se emplean equipos como tractores, cosechadoras, desgranadoras, molinos, bombas de agua, generadores eléctricos y sistemas de ventilación industrial, los cuales pueden generar niveles de ruido que superan los límites permisibles establecidos por la normativa colombiana.

Las fuentes de ruido en este tipo de industrias pueden clasificarse en varias categorías, dependiendo de su origen y características. Entre ellas se encuentran:

- **Maquinaria de procesamiento:** puede incluirse aquí equipos como prensas, trituradoras y secadoras generan niveles elevados de ruido debido a la vibración y fricción de sus componentes.
- **Motores y sistemas de combustión interna:** aquí podría agruparse a herramientas como tractores, motosierras y generadores eléctricos producen ruido constante o intermitente con picos de alta intensidad.
- **Sistemas neumáticos e hidráulicos:** por ejemplo, compresores de aire y bombas de riego, los cuales pueden emitir sonidos intensos debido a la presión y el movimiento de fluidos en su interior.
- **Operaciones manuales con herramientas eléctricas:** aquí hay que mencionar herramientas como sierras, y taladros, incluso mezcladoras utilizadas en labores de mantenimiento y reparación que también contribuyen a la exposición al ruido.

Por la naturaleza de estas máquinas o herramientas resulta inevitable la exposición al ruido, sin embargo, su impacto en la salud auditiva de los trabajadores dependerá de la intensidad, la frecuencia y la duración de la exposición. Ahora bien, mientras la audiometría sirve para medir el nivel de daño auditivo en los individuos, para determinar los niveles de ruido en las distintas zonas de la empresa se emplean

instrumentos como sonómetros, los cuales miden la presión sonora en el ambiente, y dosímetros de ruido, que registran la exposición personal de cada trabajador a lo largo de su jornada.

Valores Límite Permisibles

Los criterios de referencia o *Valores Límites Umbrales* están relacionados con los niveles de presión sonora, los cuales representan condiciones bajo las que se considera que la mayoría de los trabajadores podrían estar repetidamente expuestos, día tras día, sin que aumente la probabilidad de que aparezcan efectos adversos relacionados con pérdidas permanentes del umbral auditivo. Para la presente evaluación se tuvo en cuenta el criterio establecido por la *Conferencia Americana de Higienistas Industriales del Gobierno (ACGIH)*, y se basó en lo establecido en Colombia, según la Resolución 1792 de 1990, el límite permitido es de 85 dB(A) para 8 horas, con una tasa de intercambio de 5 dB, lo que implica que, por cada aumento de 5 dB, el tiempo de exposición permitido se reduce a la mitad. Aunque esta tasa es menos estricta que la de 3 dB, sigue siendo el estándar legal en el país como se observa en la tabla 1.

Tabla 1

Valores Límites Umbrales están relacionados con los niveles de presión sonora de exposición en los lugares de trabajo.

Exposición	Tiempo (horas)	Límite permisible
Para exposición durante ocho	(8) horas	85 dBA.
Para exposición durante cuatro	(4) horas	90 dBA.
Para exposición durante dos	(2) horas	95 dBA.
Para exposición durante una	(1) hora	100 dBA.
Para exposición durante media	(1/2) hora	105 dBA.
Para exposición durante un cuarto	(1/4) de hora	110 dBA.
Para exposición durante un octavo	(1/8) de hora	115 dBA.

Fuente: Resolución 1792, 1990.

Los límites de exposición ocupacional al ruido varían entre países y organismos internacionales. Mientras entidades como la OMS, NIOSH y la Unión Europea recomiendan un máximo de 85 dB(A) para una jornada laboral de 8 horas con una tasa de intercambio de 3 dB (más restrictiva), la OSHA en EE. UU. permite hasta 90 dB(A) con una tasa de 5 dB.

Comprender estas diferencias es esencial para interpretar correctamente las mediciones de ruido y establecer controles adecuados en entornos industriales, como el de maquinaria agrícola.

En la tabla 2 se observan los valores límite máximos permitidos en México y otras instituciones especializadas.

Tabla 2
Tiempo máximo permitido de exposición en México y Estados Unidos

Tiempo	Máximo		
Permitido	de STPS (México)	OSHA (E.E.U.U)	NIOSH (E.E.U.U)
Exposición			
16 horas	87 dB(A)	85 dB(A)	82 db(A)
8 horas	90 dB(A)	90 dB(A)	85 dB(A)
4 horas	93 dB(A)	95 dB(A)	88 dB(A)
2 horas	96 dB(A)	100 dB(A)	91 dB(A)
1 horas	99 dB(A)	105 dB(A)	94 dB(A)
30 minutos	102 dB(A)	110 dB(A)	97 dB(A)
15 minutos	105 dB(A)	115 dB(A)	100 dB(A)
Tasa	de		
Intercambio:	3dB	5dB	3 dB

Fuente: Márquez, (2022)

Estrategias de valoración del riesgo - ruido

En un apartado anterior se mencionó que el ruido puede ser entendido como una forma de energía acústica medida en decibeles (dB), unidad que expresa la intensidad del sonido. La escala de decibeles es logarítmica, lo que significa que un aumento de 10 dB representa un sonido diez veces más intenso. En el ámbito laboral, se utilizan parámetros específicos para determinar los niveles de riesgo auditivo. De acuerdo con la OMS (2021), el umbral de pérdida auditiva se establece en 41 dB para las frecuencias de 500, 1000, 2000 y 4000 Hz. Sin embargo, en el contexto ocupacional, la pérdida de audición se considera a partir de 25 dB, lo que indica que la exposición prolongada al ruido en el trabajo puede acelerar el deterioro auditivo incluso en niveles que podrían parecer bajos en otros entornos.

En este estudio, en concordancia con la legislación colombiana, se aplica un nivel de referencia de 85 dB(A) como límite permisible de exposición ponderada durante una jornada laboral de 8 horas (TWA), con una tasa de intercambio de 5 dB, lo que implica que, por cada aumento de 3 dB en la exposición, el tiempo máximo permitido de trabajo debe reducirse a la mitad para evitar daños auditivos.

Para evaluar la exposición al ruido se emplean como método principal:

Dosímetros: La dosimetría, o medición de la exposición personal al ruido, consiste en una evaluación continuada mediante un dosímetro colocado cerca del oído del trabajador durante su jornada laboral, con el objetivo de calcular la dosis de ruido recibida (LEX,8h) en función del tiempo e intensidad. Esta técnica mide parámetros como el nivel de exposición diaria equivalente (LEX,8h) en dB(A), el nivel de pico (para impactos o explosiones) y el tiempo total de exposición, siendo obligatoria cuando el trabajador se desplaza por áreas con distintos niveles de ruido o cuando la sonometría no resulta representativa (Sánchez, Valenzuela, & Fontecilla, 2014).

Además, se utilizó el enfoque de Grupos de Exposición Similar (GES), el cual permite categorizar a los trabajadores que comparten condiciones equivalentes de exposición, optimizando los recursos y garantizando la representatividad de la muestra (INSST, NTP 951).

Efecto a corto y largo plazo por exposición a ruido

Efecto a corto plazo por exposición a ruido

La exposición al ruido en el ambiente de trabajo puede causar una serie de efectos adversos a corto plazo que, aunque momentáneos, tienen un impacto negativo en la salud y el desempeño de los trabajadores. Uno de los principales efectos que se pueden observar es la molestia y la distracción, ya que los niveles elevados de ruido dificultan la concentración, interfieren en la comunicación efectiva y aumentan la probabilidad de cometer errores (Organización Internacional del Trabajo, 2025). Esta molestia suele estar acompañada de una respuesta emocional negativa como irritabilidad o frustración. Asimismo, se puede presentar fatiga auditiva temporal, que consiste en una disminución transitoria de la capacidad auditiva después de una jornada laboral expuesta a altos niveles sonoros; aunque esta condición suele revertirse con el descanso, indica que el sistema auditivo ha sido sometido a un esfuerzo excesivo (Masterson & Kerns, 2018).

Además, la exposición aguda al ruido puede provocar síntomas físicos como dolores de cabeza, aumento del estrés y tensión muscular, debido a la activación del sistema nervioso simpático. Este estado de alerta constante puede elevar la presión arterial y el ritmo cardíaco, afectando el bienestar general del trabajador. En turnos nocturnos o ambientes donde el ruido interfiere con los ritmos circadianos, también

se han reportado alteraciones del sueño, dificultando el descanso adecuado y contribuyendo a la fatiga crónica (García, 2024).

Efecto a largo plazo por exposición a ruido

Cuando se expone al ruido de forma continua, repetitiva y prolongada en el tiempo, los efectos pueden ser mayormente más graves y, en bastantes casos pueden ser irreversibles. Uno de los principales riesgos es la aparición de hipoacusia neurosensorial inducida por ruido (HNIR), la cual es una pérdida auditiva progresiva e irreversible, especialmente en las frecuencias agudas. Esta condición no solo afecta la capacidad del trabajador para comunicarse, sino que también puede tener repercusiones psicológicas y sociales. Junto con la pérdida auditiva, muchos trabajadores desarrollan tinnitus, una percepción persistente de zumbidos o pitidos en los oídos que interfiere con la concentración y el descanso, deteriorando su calidad de vida (National institute on Deafness and Other Communication Disorders, 2025).

Según Narváez, et al (2023), en su artículo titulado “La exposición al ruido y su efecto sobre la frecuencia cardiaca, la presión arterial y los niveles de cortisol: una revisión de tema” ha documentado que la exposición crónica al ruido incrementa el riesgo de padecer trastornos cardiovasculares, tales como hipertensión arterial, enfermedades isquémicas del corazón y aumento del riesgo de eventos cerebrovasculares. Estos efectos se relacionan con la activación continua del sistema de respuesta al estrés del cuerpo, lo cual también puede desencadenar estados de ansiedad crónica y alteraciones del estado de ánimo. A nivel laboral, la pérdida progresiva de la audición y el estrés sostenido pueden llevar a una reducción del rendimiento, dificultades para seguir instrucciones o participar en reuniones, y aislamiento social debido a la incapacidad para comunicarse de manera efectiva con compañeros y supervisores. Esta combinación de factores no solo compromete la seguridad del trabajador, sino también su integración social y bienestar general (Morillas, 2023).

Estrategias de intervención

Estrategias de valoración del ruido

En los apartados anteriores se han mencionado instrumentos de medición para el control o la prevención por el dosímetro, sin embargo, más allá de la utilización de uno u otro instrumento, para establecer una estrategia eficiente para la evaluación del ruido ocupacional es menester tener en cuenta la normativa vigente.

Para evaluar la exposición real al ruido de los trabajadores en planta, se utilizó el método de muestreo mediante dosímetros personales, técnica recomendada por organismos internacionales como NIOSH y la ISO 9612:2009. Este tipo de muestreo consiste en la instalación de dispositivos electrónicos

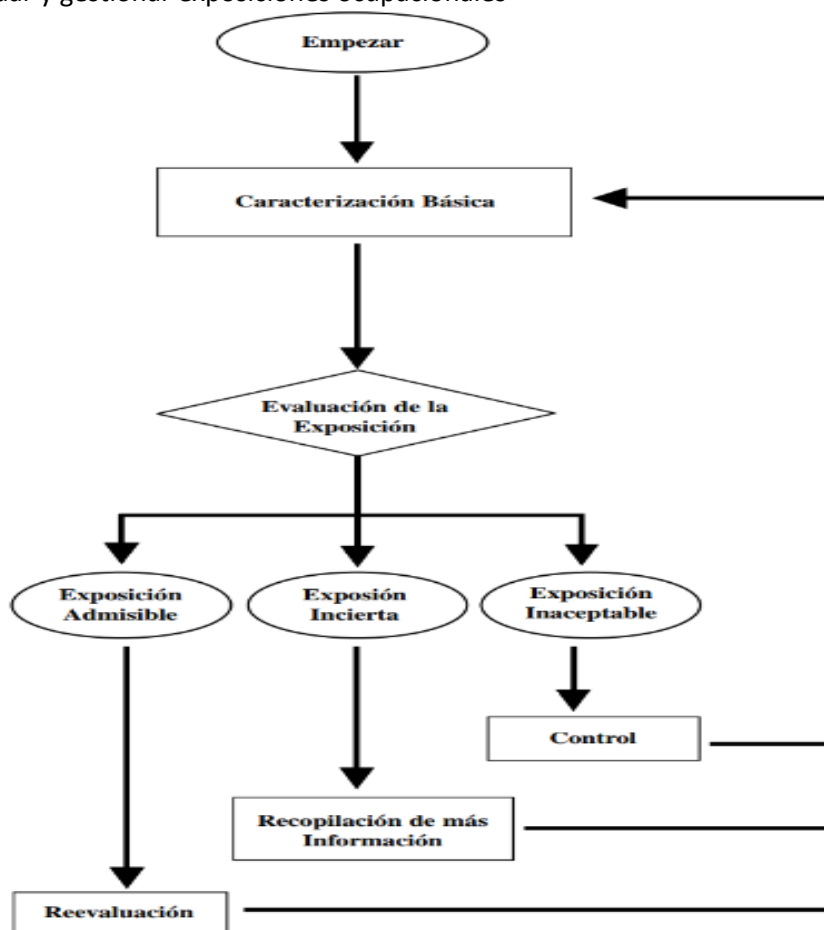
portátiles (dosímetros) en el trabajador, a nivel del hombro cercano al oído dominante, lo que permite registrar en tiempo real los niveles de presión sonora a los que está expuesto durante toda su jornada laboral.

En esta investigación, se aplicaron dosímetros a los trabajadores pertenecientes al Grupo de Exposición Similar (GES) que opera en las áreas de corte y prensado de metales dentro de la empresa de maquinaria agrícola. Estas zonas fueron previamente identificadas como críticas debido a la operación de equipos como prensas hidráulicas y maquinaria de extrusión, los cuales generan niveles de ruido elevados y sostenidos, derivados tanto del funcionamiento mecánico como de los impactos metálicos durante el procesamiento

Respecto a esto, se tiene que, para una empresa del sector industrial, en el contexto colombiano, la regulación en seguridad y salud en el trabajo está determinada por normativas como la *Resolución 2400 de 1979*, el *Decreto 1072 de 2015* y la *Resolución 8321 de 1983*, entre otras. Adicionalmente, aunque no tienen carácter normativo en Colombia, pero sí sirven como instrumento de orientación utilísimo, se cuenta con referentes internacionales como el *OSHA Technical Manual*, en su Sección III – Capítulo 5, y guías de medición como las Notas Técnicas de Prevención (NTP) del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) de España. En particular, las NTP 950, 951 y 952, que abordan estrategias de medición y valoración de la exposición al ruido.

Según la Asociación americana de higiene industrial (AIHA , 2010), en la que se encuentra los pasos para la realización de la evolución de la exposición ocupacional como se observa en la figura 1.

Figura 1
Estrategia para evaluar y gestionar exposiciones ocupacionales



Fuente: (AIHA, 2010)

De ahí que, con base en las anteriores orientaciones, sea posible determinar que, para la evaluación efectiva del ruido ocupacional, la estrategia debe contemplar los siguientes pasos:

1. Realizar un análisis de condiciones de trabajo (Caracterización Básica): este análisis debe contemplar información asociada al tipo de tarea ejecutada, el número de personas expuestas, características individuales del personal, lugar de exposición, jornada de trabajo, tiempos de descanso, tiempo efectivo de exposición, fuentes de exposición y, si existen, evaluaciones de nivel de ruido realizadas con anterioridad. Es necesario construir un formato de las condiciones de la exposición.

2. Determinación del personal y las áreas donde se debe realizar la evaluación (Evolución de exposición): con base en la caracterización del personal realizada en el paso anterior se deben determinar los Grupos de Exposición Similar (GES), los cuales son los trabajadores que comparten patrones equivalentes de exposición a un agente de riesgo, es por esto que se deben tener en cuenta las herramientas, equipos y materias primas empleados por los trabajadores. Claro que, el número de

muestras a tomar se determina según los criterios de las tablas de muestreo estadístico planteadas en el Manual de Estrategias de Muestreo con un intervalo de confianza de 90%. En este paso también hay que determinar el número de personas expuestas, así como el número de muestras proyectadas, el área donde se realiza el estudio, el tipo de ruido y el tipo de evaluación.

El número de muestras a tomar se determina según los criterios de las tablas de muestreo estadístico planteadas en el Manual de Estrategias de Muestreo, con un intervalo de confianza del 90%. Para este caso, se justifica una muestra de 10 personas debido a que:

El tamaño muestral se ajusta a los criterios de representatividad estadística para poblaciones pequeñas o medianas (según la NTP 951 del INSST).

Permite cubrir los GES identificados sin necesidad de evaluar al 100% de los trabajadores, siempre que las condiciones de exposición sean consistentes.

Cumple con el principio de eficiencia en la evaluación, reduciendo costos y tiempo sin comprometer la validez de los resultados.

3. Mediciones de ruido (Exposición admisible, incierta e inaceptable): para esto se emplea un sonómetro que debe contar certificación y calibración, estas mediciones, idealmente, deben ser ejecutadas por un Higienista Industrial o un profesional equivalente, con base en las mediciones realizadas, se establecerá el nivel de riesgo asociado a la exposición al ruido en el entorno laboral, considerando los límites permisibles de exposición establecidos en la normativa vigente.

4. Determinar el nivel de riesgo por ruido (Revolución y control) : con base en las mediciones realizadas, se implementará una estrategia de controles prioritarios para las exposiciones inaceptables.

Estrategias de control del ruido

En relación con el control del ruido, de acuerdo con la *Guía para la Identificación de los Peligros y la Valoración de los Riesgos en Seguridad y Salud Ocupacional* (ICONTEC, 2012), Norma GTC 45, la gestión del ruido en el entorno laboral debe basarse en una jerarquía de controles en los que se priorizan estrategias que reduzcan la exposición de los trabajadores de manera efectiva y sostenible. Estas estrategias se dividen en cinco niveles, como puede apreciarse en la tabla 3.

Tabla 3

Estrategias de control del ruido según la norma GTC 45.

Nivel de control	Descripción	Ejemplo en la industria agroindustrial
Eliminación	Suprimir la fuente de ruido en el entorno de trabajo.	Retirar equipos obsoletos que generan niveles excesivos de ruido.
Sustitución	Reemplazar maquinaria o procesos ruidosos por alternativas más silenciosas.	Usar motores eléctricos en lugar de motores de combustión interna.
Controles de ingeniería	Modificar el entorno o los equipos para reducir la propagación del ruido.	Instalar barreras acústicas alrededor de equipos ruidosos o usar aislamiento sonoro.
Controles administrativos	Implementar estrategias organizacionales para limitar la exposición al ruido.	Rotar trabajadores en áreas ruidosas y establecer pausas activas.
Elementos de Protección Personal (EPP)	Proporcionar equipo de protección cuando no es posible reducir el ruido de otra manera.	Uso de tapones o protectores auditivos certificados según los niveles de exposición.

Fuente: **Nota:** Guía para la Identificación de los Peligros y la Valoración de los Riesgos en Seguridad y Salud Ocupacional (ICONTEC, 2012)

Ahora bien, estas estrategias deben implementarse de manera combinada, priorizando las soluciones más efectivas para minimizar los riesgos a largo plazo. La empresa agroindustrial objeto de estudio, y otras similares, podrán tomar como referencia estas medidas para desarrollar un plan integral de prevención y control del ruido, alineado con los resultados obtenidos en la evaluación de riesgos.

Estrategia De Muestreo (Dosímetros)

La estrategia de evaluación se desarrolló considerando las necesidades higiénicas del caso mediante un estudio de la potencial exposición ocupacional de los trabajadores. Para ello, se realizó una caracterización de las fuentes y/o áreas con exposición a ruido, cuyos resultados se presentan en este

informe técnico. Las evaluaciones se llevaron a cabo en las áreas de producción y operaciones el 19 de julio de 2024.

Marco legal

Para establecer el marco legal de esta investigación, además de las normativas internacionales asociadas a la gestión de calidad y la salud y bienestar del trabajador, es importante especificar las reglamentaciones nacionales que se tienen en cuenta y sobre las que se construye este proceso de investigación-intervención. De esta selección o identificación, da cuenta la tabla 4, en la cual se incluyen leyes, decretos y resoluciones vinculados al riesgo de ruido ocupacional y a la protección de la salud del trabajador

Tabla 4
Normatividad en Colombia sobre exposición al ruido en las empresas.

Norma/Resolución	Descripción	Organismo Responsable	Aporte al Proyecto
Ley 9 1979	Medidas Sanitarias en Colombia para las empresas.	Congreso de la Republica	Incluye la necesidad de controlar la contaminación sonora en trabajo.
Resolución 0627 de 2006	Normas sobre protección y conservación de la audición, la salud y el bienestar de las personas debido a la producción y emisión de ruidos.	Ministerio de Salud	Determina los niveles que establecen en Colombia los niveles sonoros de máximos permisibles y esto va hacer determinante para los parámetros de evaluación del ruido.
Resolución 8321 de 1983	Normas sobre protección y conservación de la audición, la salud y el bienestar de las personas debido a la producción y emisión de ruidos.	Ministerio de Salud	Contribuir a la concordancia internacional de los métodos de descripción, medición y evaluación del ruido ambiental proveniente nacionales

Norma/Resolución	Descripción	Organismo Responsable	Aporte al Proyecto
Resolución 2006	Recomendaciones basadas en evidencia para el manejo integral de la hipoacusia neurosensorial inducida por ruido en el trabajo.	Ministerio de Protección Social	Amplia los conceptos de la Hipoacusia inducida por ruido: disminución de la agudeza auditiva debido a exposición prolongada a ruido en el ambiente laboral.
Resolución 2400	Estatutos o medidas de seguridad en las empresas	Ministerio del Trabajo	Capítulo IV, que comprende los artículos 88 al 96. Este capítulo se enfoca en la regulación de los niveles de ruido que es de 85 decibeles (dBA).
Decreto 1072 de 2015	Identificación de peligros, evaluación y valoración de los riesgos en seguridad y salud en el trabajo.	Ministerio del Trabajo	Es la base legal principal para el control de los riesgos ocupacionales y Prioriza y establece controles necesarios, incluyendo mediciones ambientales cuando sea necesario.
Resolución 0312	Establece los estándares mínimos del Sistema de Gestión de SST en Mediciones ambientales	Ministerio del trabajo	Realizar mediciones ambientales de los riesgos prioritarios en este caso el ruido ocupacional
Norma/Resolución	Descripción	Organismo Responsable	Aporte al Proyecto

Resolución 2844 de 2007	Adopta guías basadas en evidencia para salud ocupacional. Ministerio de Protección Social	Incluye patologías como dolor lumbar, sordera de neurosensorial, síndrome de hombro doloroso, entre otras importante para determinar controles.
<i>Normatividad Internacional sobre exposición al ruido en las empresas</i>		
ISO 9612:2009	Método de ingeniería para determinar la exposición al ruido en el trabajo. ISO Organización Internacional de Normalización	Es referente para las Estrategia de muestreo basada en tareas, funciones o jornadas completas para fijar el nivel de presión sonora equivalente ponderado.
NTP 950-951-952	Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido. Instituto Nacional de Higiene Trabajo (España)	Es un referente internacional para de determinar las estrategias del de medición, valoración de la exposición e incertidumbre de la medición.

Fuente: Propia (2025)

La tabla y el análisis ampliado del marco legal permiten comprender la estructura normativa que regula la exposición ocupacional al ruido en Colombia. Esta comprensión es esencial para conducir una investigación rigurosa, proponer medidas efectivas para la protección de la salud de los trabajadores del sector industrial de maquinaria agrícola en Bogotá y contribuir a la prevención de la hipoacusia inducida por ruido.

CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

Tipo de investigación y enfoque

Esta investigación adopta un diseño cuantitativo tipo descriptivo-transversal, que, según la Hernández, Collado, & Baptista (2010), tiene por característica fundamental la recopilación y análisis de datos numéricos para identificar patrones, establecer variables y, con base en esto, formular conclusiones objetivas que pueden o no ser multifactoriales. Este método permite aplicar herramientas estadísticas para validar los resultados y garantizar la precisión en la interpretación de los datos, proporcionando así una base sólida para la toma de decisiones.

Por eso mismo, es posible afirmar que este enfoque permite no solo comprender la magnitud del riesgo en el entorno laboral, sino también evaluar la efectividad de las medidas preventivas implementadas, garantizando así condiciones de trabajo más seguras y saludables.

Población y muestra

Para esta investigación se cuenta con una población total de 25 trabajadores en una empresa ubicada en Bogotá, dedicada a la fabricación de maquinaria agrícola. De este total, solo 10 trabajadores están expuestos de manera directa a condiciones de ruido relevantes desde el punto de vista ocupacional. La muestra representativa está conformada precisamente por estos 10 trabajadores, quienes laboran en las zonas de mayor exposición al ruido durante toda su jornada laboral.

Las áreas identificadas con mayor nivel de exposición corresponden a la sección de corte de metales y el área de prensado, donde el uso de maquinaria pesada genera niveles sonoros elevados. Se espera que esta muestra proporcione una representación adecuada del nivel general de exposición al ruido dentro de la planta, permitiendo una evaluación precisa de los riesgos asociados y la formulación de estrategias efectivas de mitigación.

La selección de estos 10 trabajadores se fundamenta en el enfoque metodológico de **Grupos de Exposición Similar (GES)**, ampliamente reconocido en los estudios de higiene ocupacional. Este enfoque permite identificar y agrupar a trabajadores que, por la similitud de sus funciones, condiciones de trabajo, herramientas utilizadas y niveles de exposición, presentan un riesgo comparable para su salud.

Cabe destacar que, dado que la muestra corresponde exactamente a los trabajadores con mayor riesgo de exposición, esta investigación, aunque de tipo cuantitativo emplea un muestreo por conveniencia dentro del grupo definido como GES. La selección se centró específicamente en quienes están expuestos a los niveles de ruido más altos, lo cual permite obtener resultados representativos y pertinentes para el análisis del riesgo auditivo.

Finalmente, en la **Tabla 5** se detallan los criterios utilizados para la selección de esta muestra dentro del marco metodológico de la investigación.

Tabla 5
Criterios de exclusión e inclusión de la muestra de 10 trabajadores.

Criterio de exclusión	Criterio de inclusión
<ul style="list-style-type: none"> • Áreas Administrativas. • Operarios que se exponen a riesgo de ruido menos de 1 hora. • Personal Contratista. 	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajadores con Exposición a Ruido las 8 horas de trabajo. • Trabajadores Directos. • Zonas de producción

Fuente: Propia (2025)

Técnicas o herramientas de recolección de datos

Para garantizar una evaluación integral de la exposición ocupacional al ruido en los trabajadores, se implementó un diseño metodológico multimodal que combina:

Encuesta Sociodemográfica: Este instrumento estructurado aplicado a los trabajadores para recopilar variables como edad, género, estrato socioeconómico, nivel educativo, área de trabajo, tiempo de exposición al ruido y uso de EPP, con el objetivo de caracterizar su perfil sociodemográfico y condiciones laborales.

Observación Estructurada: Instrumento basado en listas de chequeo (NTP 386 y NTC 4114) que evalúo fuentes de ruido (maquinaria, procesos), tiempo de exposición y condiciones del entorno.

Medición Técnica del Ruido: Es importante señalar que los sonómetros son instrumentos diseñados para medir los niveles de presión sonora en un ambiente específico en decibeles ponderados A (dBA), que reflejan la sensibilidad del oído humano. Funcionan mediante un micrófono de condensador que capta las ondas sonoras y las convierte en señales eléctricas, las cuales son procesadas a través de un filtro de ponderación y un circuito detector para mostrar la medición en tiempo real. Estos dispositivos pueden operar en tres niveles de respuesta temporal:

- **Rápida (Fast – F):** con un tiempo de integración de 125 milisegundos, ideal para mediciones generales.
- **Lenta (Slow – S):** con un tiempo de integración de 1 segundo, útil para fluctuaciones de ruido.
- **Impulsiva (Impulse – I):** con un tiempo de integración de 35 milisegundos, recomendada para ruidos de impacto.

Además, dependiendo de su precisión, los sonómetros se dividen en clase 1 y clase 2 según la *Norma IEC 61672-1*. Y la NTP 386 En esta investigación, se utilizó un sonómetro de clase 1, que ofrece una precisión de ± 1 dB y es adecuado para estudios industriales de alta fiabilidad.

Por su parte, los dosímetros de ruido son dispositivos personales que registran la exposición sonora de un trabajador durante toda su jornada laboral. Funcionan con un micrófono omnidireccional fijado cerca del oído, que mide el nivel de ruido en intervalos regulares y acumula la dosis de ruido en función del nivel de referencia y del criterio de exposición establecido por la NIOSH (*National Institute for Occupational Safety and Health*) y la OSHA (*Occupational Safety and Health Administration*).

Los valores clave que mide un dosímetro incluyen:

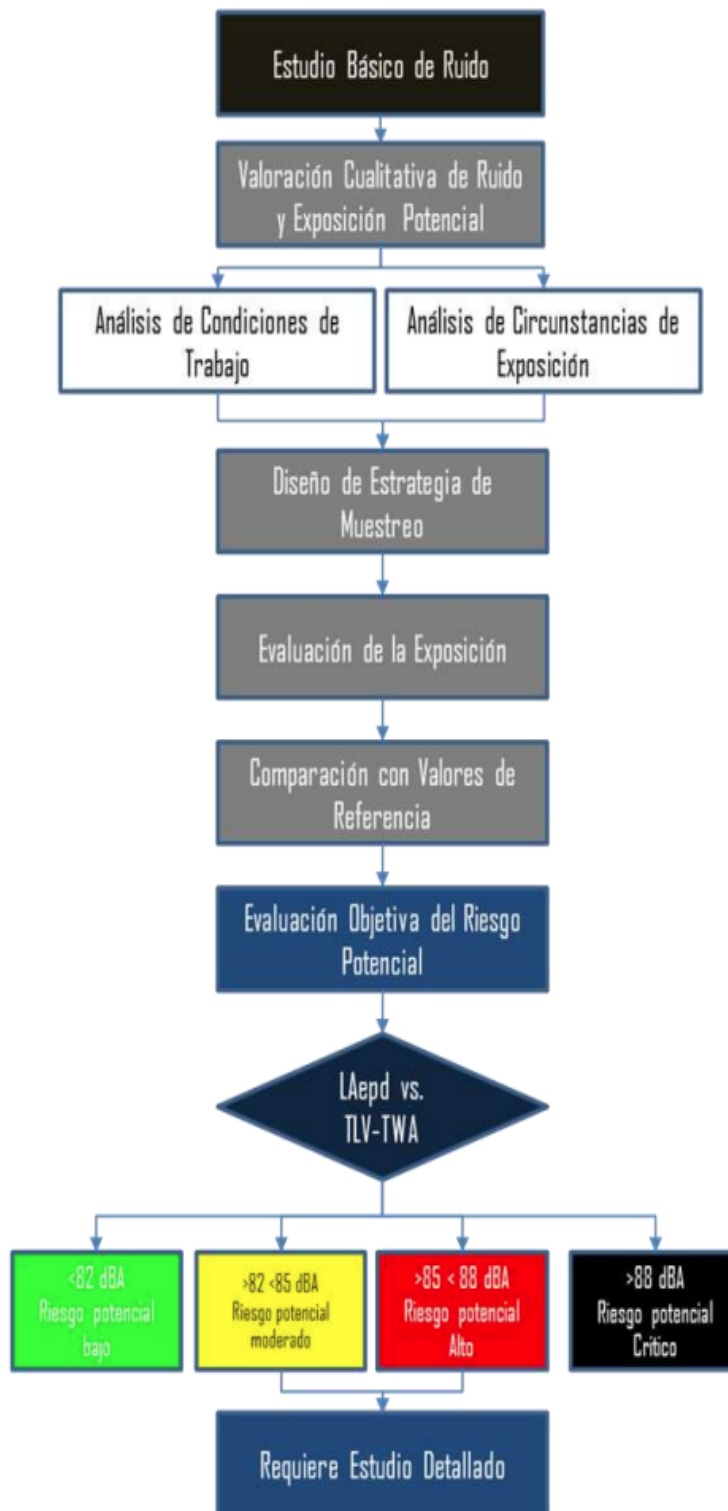
- **Nivel de exposición diario (LEX,8h):** equivalente al ruido recibido en una jornada de 8 horas.
- **Nivel de pico (Peak):** el valor máximo instantáneo de presión sonora medido.
- **Nivel de umbral:** el nivel a partir del cual se empieza a registrar el ruido (normalmente 80 o 85 dBA).
- **Criterio de dosis (D):** generalmente basado en un **límite de 85 dBA con una tasa de intercambio de 3 o 5 dB**, según la normativa aplicable.

En esta investigación, se configuraron los dosímetros para registrar niveles de exposición conforme a la normativa *ISO 9612* y la *NTC 3526* de Colombia, con un umbral de 80 dBA y un criterio de dosis del 3 dB.

Ahora bien, la figura 2 presenta el diagrama de flujo del proceso que se siguió para el desarrollo del presente estudio básico. (951, 2012)

Figura 2

Diagrama de flujo de la investigación tomado con base a la Guía de Atención Integral de Salud Ocupacional Basada en la Evidencia para Hipoacusia Neurosensorial Inducida por Ruido en el Trabajo



Fuente: Salvador, (2014)

Operacionalización de variables

Se definieron las variables clave y su medición dadas en la tabla 6.

Tabla 6
Variables e indicadores.

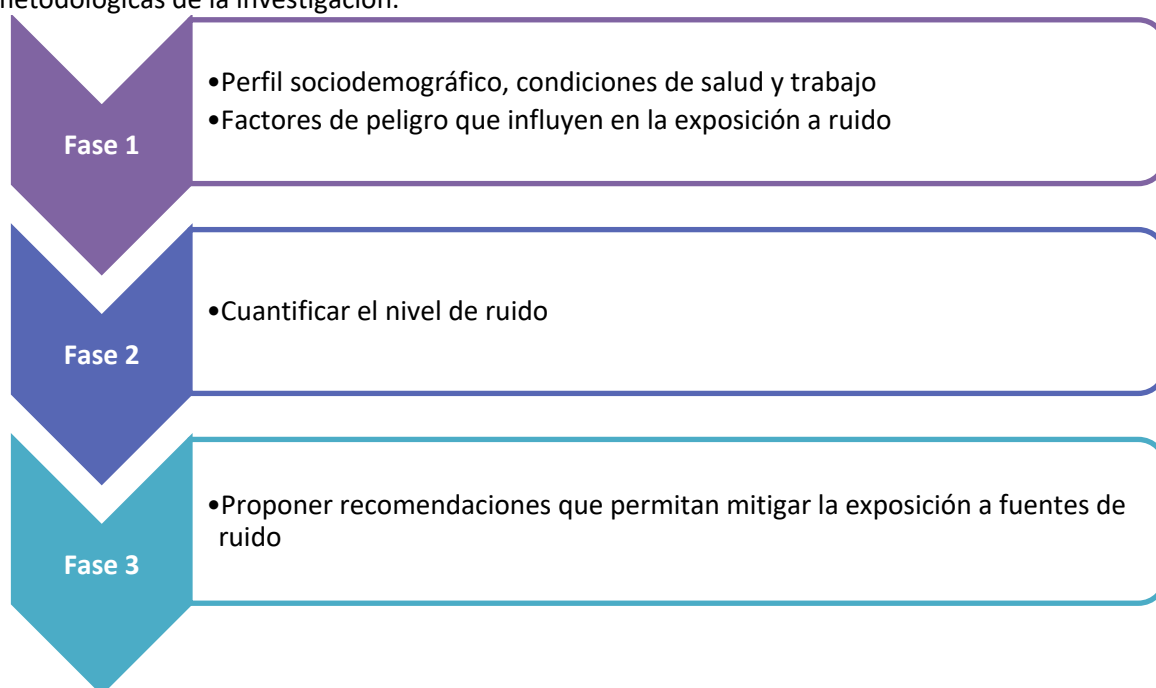
Variable	Definición Operacional	Instrumento/Método	Escala
Nivel de ruido (LAeq)	Promedio ponderado de presión sonora durante la jornada laboral.	Sonómetro (clase 1) y dosímetro.	Decibeles (dBA)
Dosis de exposición	Porcentaje acumulado de exposición respecto al límite permisible (85 dBA/8h).	Cálculo basado en mediciones dosimétricas.	Porcentaje (%)
Índice de Exposición (ÍED)	Relación entre la exposición medida y el límite legal (valores >1 indican sobreexposición).	Fórmula: $\text{ÍED} = 10^{((\text{LAeq} - 85)/15)^*}$.	Adimensional
Uso de EPP	Frecuencia y tipo de protectores auditivos utilizados (tapones, orejeras).	observación directa.	Nominal (Sí/No/Tipo)
Factores de peligro	Fuentes de ruido identificadas	Lista de chequeo y observación estructurada.	Cualitativa/cuantitativa

Fuente: Propia (2025)

Fases de la investigación

Una vez seleccionada la muestra y establecido el enfoque de investigación, para la satisfacción de los objetivos propuestos se estableció que este estudio se desarrollaría en tres fases que facilitan su replicabilidad, como se observa a en la figura 3.

Figura 3
Fases metodológicas de la investigación.



Fuente: Propia (2025)

En la tabla 7 se describen las actividades específicas de cada fase de la investigación, así como las herramientas, técnicas o normativas que posibilitaron su desarrollo.

Tabla 7
Enfoque sistemático para evaluar la exposición al ruido y desarrollar estrategias de mitigación en trabajadores de maquinaria agrícola.

Fase Metodológica	Actividades	Técnicas O Herramientas De Recolección De Datos
Fase 1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicación del instrumento seleccionado para determinar el perfil sociodemográfico, condiciones de salud y trabajo. 2. Tabulación de variables y análisis de estadístico descriptivo. 3. Análisis de variables asociadas al perfil sociodemográfico, condiciones de salud y trabajo haciendo uso de estadística descriptiva. 	Herramienta empleada en la Tercera Encuesta Nacional y de Condiciones de Seguridad y Salud en el Trabajo en el Sistema General de Riesgos Laborales del año 2021 (Anexo B).

		<ol style="list-style-type: none"> 1. Construcción de instrumento de observación estructurada. 2. Proceso de observación estructurada. 3. Construcción del inventario de tareas con exposición a ruido, de fuentes generadoras de ruido y de trabajadores expuestos. 4. Análisis del inventario de tareas con exposición a ruido, de fuentes generadoras de ruido y de trabajadores expuestos. 	<p>Nota Técnica Colombiana NTC – 4114 Inspecciones Planeadas.</p> <p>Encuesta (Anexo c).</p>
Fase 2	Cuantificar el nivel de ruido	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar un análisis de condiciones de trabajo. 2. Determinación del personal y las áreas donde se debe realizar la evaluación. 3. Mediciones de ruido 4. Determinación del nivel de riesgo por ruido. 	<p><i>OSHA Technical Manual en su sección III – Capítulo 5, Dosímetro y Sonómetro</i></p>
Fase 3	Proponer recomendaciones que permitan mitigar la exposición a fuentes de ruido	<ol style="list-style-type: none"> 1. Establecer medidas de control de acuerdo con la jerarquización de controles: eliminación, sustitución, ingeniería, administrativos y elementos de protección personal. 2. Análisis de las medidas de control de acuerdo con la jerarquización de controles. 	<p>Proponer medidas de intervención con las siguientes características: específica, medible, alcanzable, en función de resultados y delimitada por el tiempo.</p>

Fuente: Propia (2025)

Análisis de datos

El análisis de los datos recopilados se realizó mediante técnicas cuantitativas, con el fin de evaluar los niveles de exposición al ruido en los trabajadores del sector industrial de maquinaria agrícola en Bogotá. Los datos se procesaron utilizando herramientas estadísticas descriptivas e inferenciales, comparándose con los límites permisibles establecidos por la normativa colombiana (Resolución 1792 de 1990) y estándares internacionales (NIOSH, OSHA).

Una vez obtenida y descrita la información, se propusieron medidas correctivas basadas en evidencia, como la implementación de barreras acústicas, la rotación de personal y el uso de equipos de protección auditiva con mayor capacidad de atenuación, asegurando así un enfoque integral para la reducción del riesgo. Los resultados se organizaron en bases de datos estandarizadas para facilitar su interpretación y futuras actualizaciones, garantizando una gestión efectiva de la salud ocupacional en la empresa.

Consideraciones éticas

A pesar de que la investigación se concentra en los factores de riesgo asociados al ruido, al trabajarse también con una población humana, es importante que antes de concluir este apartado de metodología se dé cuenta de las consideraciones éticas a las que se rigió esta investigación. Al respecto, se tuvieron en cuenta los lineamientos establecidos en la *Resolución 008430* de 1993 del Ministerio de Salud y protección social de Colombia, que regula los aspectos bioéticos de los estudios en salud en entornos laborales y no laborales.

Por otra parte, se garantizó que la participación de los trabajadores, el empleador y la empresa en su conjunto, fuera totalmente voluntaria, sin ningún tipo de compensación económica o coacción y se requirió la firma del consentimiento informado antes de llevar a cabo cualquier tipo de medición. Adicionalmente, se garantizó la protección de los datos personales de los trabajadores y que los resultados se presentan de forma agregada, asegurando con esto que la información recolectada sea utilizada exclusivamente con fines de investigación y mejora de las condiciones laborales (Anexo A).

Asimismo, se analizó que no hubiera riesgo para los participantes y se tomaron las medidas necesarias para mitigar cualquier impacto posible. De igual manera se evaluó la necesidad de mantener la confidencialidad de la información y el anonimato de los trabajadores y la empresa, razón por la cual no se menciona el nombre de esta a lo largo de esta investigación.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Establecer el perfil sociodemográfico, condiciones laborales y de trabajo de la población de estudio por exposición a ruido

Se identificaron los Grupos de Exposición Similar (GES) en las áreas críticas de una empresa del sector de maquinaria agrícola ubicada en la ciudad de Bogotá, obteniendo grupos de exposición similar (GES), lo cual permitió identificar zonas de alto riesgo y establecer estrategias de intervención como se muestra en la tabla 8, y se caracterizó a la población trabajadora según variables como edad, antigüedad, cargo y turnos de trabajo. Esto permitió entender el contexto laboral de los trabajadores expuestos y los factores individuales que podrían influir en su vulnerabilidad frente al riesgo por ruido.

Tabla 8
Condiciones de trabajo y riesgos para la salud.

Área de Trabajo	Fuentes de Ruido		Condiciones de Trabajo	Riesgos para la Salud
	Principales			
Corte de metales	Prensas hidráulicas, maquinaria de corte		Exposición prolongada a ruido intenso; operación constante de equipos pesados.	Hipoacusia neurosensorial, estrés, fatiga auditiva, posibles trastornos cardiovasculares.
Ensamblaje	Motores, ventiladores, impacto metálico		Trabajo continuo con piezas metálicas; superposición de ruido en áreas adyacentes.	Pérdida auditiva progresiva, tinnitus, dificultad para la comunicación.
Soldadura	Equipos de soldadura (MIG, TIG), herramientas eléctricas		Exposición directa a ruido y vibraciones; jornadas largas sin rotación.	Daño auditivo irreversible, estrés térmico, fatiga muscular.
Mantenimiento	Taladros industriales, pulidoras, compresores		Actividades intermitentes, pero con picos de ruido alto; uso de herramientas manuales.	Hipoacusia, irritabilidad, disminución del rendimiento laboral.
Alistamiento	Maquinaria de preparación, transporte interno		Movimiento constante de materiales; exposición combinada a ruido ambiental y de procesos.	Estrés, alteraciones del sueño, posibles efectos cardiovasculares a largo plazo.

Fuente: Propia (2025)

Categoría	Máquina / Herramienta	Descripción del uso	Nivel de ruido estimado (dBA)	Zonas típicas de uso	Riesgo asociado
Corte y mecanizado	Sierra circular industrial	Corte de estructuras metálicas o madera	95–105	Taller de estructuras	Daño auditivo, vibraciones
	Torno mecánico	Torneado de piezas metálicas	85–95	Taller de mecanizado	Ruido continuo, posible PAIR
	Fresadora	Mecanizado de piezas complejas	90–100	Taller CNC	Ruido y partículas proyectadas
	Taladro de pedestal	Perforaciones precisas en materiales metálicos	85–90	Taller mecánico	Exposición constante al operador
Soldadura	Máquina de soldadura MIG/MAG	Unión de piezas metálicas	90–100	Zona de soldadura	Chispa + ruido + radiación ultravioleta
	Esmeril angular	Pulido y acabado de soldaduras	95–105	Área de ajuste	Ruido, riesgo ocular y auditivo
Montaje y ensamble	Pistola neumática (atornilladora)	Ensamble de componentes	90–95	Línea de ensamble	Ruido impulsivo, vibración en manos
	Martillo neumático	Ajuste de piezas metálicas o estructuras	100–110	Ensamble pesado	Altísimo nivel de presión sonora
Transporte interno	Montacargas (eléctrico o combustión)	Movilización de cargas pesadas	85–95	Toda la planta	Ruido de motor señales acústicas
	Carros transportadores motorizados	Transporte de piezas a estaciones	80–90	Logística interna	Ruido constante de motor
Producción agrícola	Tractores agrícolas	Pruebas de motores o mantenimiento de maquinaria agrícola	95–110	Patio de pruebas	Exposición prolongada al operador
	Cosechadoras / empacadoras	Operación o prueba de equipos agrícolas	90–105	Zona de inspección	Ruido alto en cabina y exterior
Compresión y energía	Compresor de aire	Fuente de energía para herramientas neumáticas	90–100	Cuarto de compresores	Ruido continuo, vibración estructural
	Generador eléctrico	Respaldo de energía en caso de cortes	85–95	Área técnica o de respaldo	Ruido motor y ventilación
Otros	Ventiladores industriales	Refrigeración de áreas de producción	80–90	Zonas cerradas	Ruido constante de fondo

Fuente: Propia (2025)

El perfil sociodemográfico de los trabajadores dado en la tabla 8, reveló que existe una predominancia masculina (68%) y una distribución equitativa entre zonas urbanas (52%) y rurales (48%). La mayoría de los trabajadores pertenecen al estrato socioeconómico 3 (64%) y gana el salario mínimo (\$1.600.000), lo que refleja condiciones económicas modestas. La fuerza laboral se concentra en edades productivas (36-45 años, 44%) y con formación técnica (48%), aunque persiste un 12% sin escolaridad, grupo vulnerable que requiere atención prioritaria en capacitación y protección laboral.

En cuanto a condiciones laborales, el 44% se desempeña en áreas administrativas, mientras que el 40% trabaja en operaciones directas, expuesto a mayores riesgos como el ruido industrial. Los horarios varían, con predominio del turno diurno (8:00 am a 4:00 pm, 44%), pero un 36% labora en turnos matutinos más exigentes. Llama la atención que el 52% son solteros, lo que podría asociarse a mayor flexibilidad laboral, mientras que los casados (36%) podrían priorizar estabilidad y beneficios. Solo el 4% supera los \$2.800.000 de ingresos, evidenciando limitadas oportunidades de crecimiento salarial.

Tabla 9
Perfil sociodemográfico

Genero	Frecuencia	Porcentaje
Femenino	8	32%
Masculino	17	68%
Estrato socioeconómico	Frecuencia	Porcentaje
Estrato 2	9	36%
Estrato 3	16	64%
Edad	Frecuencia	Porcentaje
de 18 a 25	3	12%
de 26 a 35	7	28%
de 36 a 45	11	44%
de 46 a 55	4	16%
Estado civil	Frecuencia	Porcentaje
Soltero	13	52%
Casado	9	36%
Separado	3	12%
Nivel educativo	Frecuencia	Porcentaje
Sin escolaridad	3	12%
Bachillerato	2	8%

Técnico	12	48%
Profesional	8	32%
Ingresos salariales	Frecuencia	Porcentaje
\$ 1.600.000	17	68%
\$ 2.500.000	7	28%
\$ 2.800.000	1	4%
Lugar de residencia	Frecuencia	Porcentaje
Urbana	13	52%
Rural	12	48%
Horario de trabajo	Frecuencia	Porcentaje
6:00 am a 2:00 pm	9	36%
2:00 pm a 10:00 pm	5	20%
8:00 am a 4:00 pm	11	44%
Lugar de trabajo	Frecuencia	Porcentaje
Administrativa	11	44%
Operativa	10	40%
Contratista	4	16%

Fuente: Propia (2025)

Asociar los factores de peligro que inciden en la exposición a ruido durante la ejecución de actividades en el sector industrial de maquinaria agrícola

Se analizaron las fuentes principales de emisión sonora, como maquinaria en operación, procesos de corte y ensamble. También se evaluaron condiciones del entorno laboral (ventilación, recubrimientos, mantenimiento de equipos) y comportamientos de los trabajadores que contribuyen a la exposición continua a niveles peligrosos de ruido.

Esta investigación encontró que las principales fuentes de ruido provienen de maquinaria como prensas, corte y soldadura (con ruido de motores, ventiladores e impacto metálico), inyectoras (presión de aire y vibración) y equipos adyacentes como pulidoras y taladros. Los operadores de prensa enfrentan alta exposición debido al volumen de extrusiones (80–200 por turno), mientras que quienes trabajan con hornos e inyectoras están expuestos constantemente a ruido metálico y de impacto. Además, la superposición de ruido en áreas como el taller y la falta de aislamiento acústico agravan el riesgo como se observa en la tabla 10.

Los hallazgos indican que los operadores más afectados son aquellos con exposición prolongada y cercana a máquinas ruidosas, como los encargados de alimentación de hornos y verificación de piezas.

Tabla 10
factores de peligro que inciden en la exposición a ruido

GES	Área Evaluada	Nivel de Ruido (dBA)	Cargos Asociados	Fuentes de Ruido Principales
GES 1: Corte	Área de Corte	88.0	2 operadores	Prensas hidráulicas, motores, ventiladores, impacto metálico (extrusión de aluminio).
GES 2: Ensamble	Área de Ensamble	92.5	3 operadores	Inyectoras, CNC, presión de aire, perforación de piezas.
GES 3: Soldadura	Área de Soldadura	91.3	2 operadores	Hornos, montacargas, inyectoras, pulidoras, impacto metálico.
GES 4: Verificación	Área de Alistamiento	85.6	2 operadores	Inyectoras, pulidoras, ruido ambiental de producción.
GES 5: Mantenimiento	Área de Mantenimiento	86.7	1 operador	Exposición a herramientas y maquinaria en mantenimiento.

Fuente: Propia (2025)

Cuantificar el nivel de ruido durante la actividad en el sector industrial de maquinaria agrícola:

Teniendo en cuenta la identificación realizada en el levantamiento del panorama de factores de riesgo y de acuerdo con un criterio de exposición a ruido en puestos de trabajo, la empresa, junto con los dos profesionales en higiene y los estudiantes investigadores, realizó la requisición de evaluaciones personales de dosimetría de ruido ocupacionales debido a que las variaciones de la presión sonora, según la información previa, superaba los 5 dB.

Se realizaron mediciones de nivel sonoro (LAeq) en diferentes estaciones de trabajo, evidenciando niveles que oscilan entre 85,6 dBA y 92,0 dBA. Además, se calcularon el Índice de Exposición Diario (IED) y la dosis de exposición, demostrando que en todos los casos la exposición superaba el 100% del límite permitido.

En la tabla 11 se observa que los niveles de ruido registrados en la medición varían entre 85,6 dBA y 92,0 dBA. Según los valores de LAeq (nivel de presión sonora equivalente), algunos trabajadores están expuestos a niveles significativamente superiores a los 85 dBA recomendados por normas de seguridad como la OSHA y la NIOSH. En particular, los casos con valores de 90,7 dBA y 92,0 dBA superan ampliamente los límites permitidos, lo que representa un alto riesgo de daño auditivo sin la protección adecuada.

En cuanto a la exposición y el riesgo de pérdida auditiva, se observa que el porcentaje de dosis estimada varía entre 114,9% y 504,0%, lo que indica que, en todos los casos, la exposición supera el 100% del límite permitido. Esto es preocupante, ya que la sobreexposición al ruido puede generar efectos negativos a largo plazo en la audición de los trabajadores. Además, el Índice de Exposición Diario (IED) presenta valores alarmantes, con algunos casos alcanzando 4,67 y 6,52, lo que significa que los trabajadores que, al momento de la investigación, los trabajadores estaban recibiendo una dosis de ruido muy superior a la recomendada y, por lo tanto, se encontraban en un riesgo elevado de daño auditivo.

Tabla 11
Nivel de ruido durante la actividad en el sector industrial de maquinaria agrícola.

No.	Descripción GES	S/N Dosímetro	Fecha Medición	Tiempo		LAeq	LAepd	Laepd- Después de Epp
				Total Medición (min)	% dosis estimada			
1	Producción-- Operarios&Auxiliares-	TSI-EG4P NS: EYV 020010	9/03/2024	620	182,3%	87,6 dBA	88,7 dBA	81,2 dBA
2	Producción-- Operarios&Auxiliares-	Svantek SV 104 NS: 82756	9/03/2024	620	252,0%	89,0 dBA	90,1 dBA	77,4 dBA
3	Producción-- Operarios&Auxiliares-	TSI-EG4P NS: EYV 020016	9/03/2024	620	296,2%	89,7 dBA	90,8 dBA	83,3 dBA
4	Producción-- Operarios&Auxiliares-	TSI-EG4P NS: EYV 020010	7/03/2024	620	162,5%	87,1 dBA	88,2 dBA	75,5 dBA

No.	Descripción GES	S/N Dosímetro	Fecha Medición	Tiempo		LAeq	LAepd	Laepd- Despues de Epp
				Total Medición (min)	% dosis estimada			
5	Producción-- Operarios&Auxiliares-	TSI-EG4P NS: EYV 020012	8/03/2024	600	235,1%	88,7 dBA	89,7 dBA	76,9 dBA
6	Producción-- Operarios&Auxiliares-	Casella CEL 35X NS: 4001712	9/03/2024	620	200,0%	88,0 dBA	89,1 dBA	76,4 dBA
7	Producción-- Operarios&Auxiliares-	Svantek SV 104 NS: 82756	7/03/2024	620	114,9%	85,6 dBA	86,7 dBA	74,0 dBA
8	Producción-- Operarios&Auxiliares-	Casella CEL 35X NS: 4001712	8/03/2024	600	373,2%	90,7 dBA	91,7 dBA	78,9 dBA
9	Producción-- Operarios&Auxiliares-	TSI-EG4P NS: EYV 020013	9/03/2024	620	504,0%	92,0 dBA	93,1 dBA	80,4 dBA
10	Producción-- Operarios&Auxiliares-	TSI-EG4P NS: EYV 020013	7/03/2024	620	128,9%	86,1 dBA	87,2 dBA	79,7 dBA

Fuente: Propia (2025)

En la tabla 12 se encuentran los datos obtenidos de las mediciones señalan claramente la exposición de los trabajadores a diferentes niveles de ruido y cómo los protectores auditivos utilizados mitigan estos niveles. A continuación, se presenta una tabla que resume los niveles de ruido medidos en las áreas de trabajo y la eficacia de los protectores auditivos empleados.

Tabla 12
BBD Muestra De Ruido Por Área De Trabajo

Área de Trabajo	Nivel de Ruido Promedio (dBA)	Tiempo de Exposición Diario (min)	% Dosis Estimada	LAeq (dBA)	% Dosis	LAepd (dBA)	ÍED	Tipo de Protector	NRR (dB)	LAepd después de EPP (dBA)
Área A	87,6	620	182,30%	87,6	235,70%	88,7	2,36	Tapones reutilizables 3M	32	81,2
Área B	89	620	252,00%	89	325,80%	90,1	3,26	Protector tipo Copa 3M Ref 101 H7P3E	24	77,4
Área C	92	620	504,00%	92	651,50%	93,1	6,52	Protector tipo Copa 3M Ref 101 H7P3E	24	80,4

Fuente: Propia (2025)

De manera similar al análisis anterior, la evaluación de los niveles de ruido en las áreas de trabajo revela una problemática significativa en términos de exposición auditiva, eficiencia de los equipos de protección personal (EPP) y cumplimiento normativo. Para comprender a profundidad los riesgos y las soluciones, es necesario analizar estos datos desde tres perspectivas clave: normativa y estándares de seguridad ocupacional, estudios científicos sobre daño auditivo y efectividad de las medidas de control.

En la tabla 13 se presentan los resultados del análisis preliminar, que incluye tanto los datos simulados como las medidas de mitigación propuestas:

Tabla 13
Análisis de Riesgos y Medidas de Mitigación

Área De Trabajo	Nivel De Ruido (DBA)	Tiempo De Exposición Diario (Horas)	Nivel De Riesgo	Medidas De Mitigación Propuestas	Eficacia Esperada (%)
Área A	78	6	Moderado	Rotación de personal	50%
Área B	85	8	Alto	Uso de protectores auditivos	70%
Área C	90	4	Muy alto	Aislamiento de ruido	80%
Área D (Simulada)	82	7	Moderado	Uso de protectores auditivos	60%

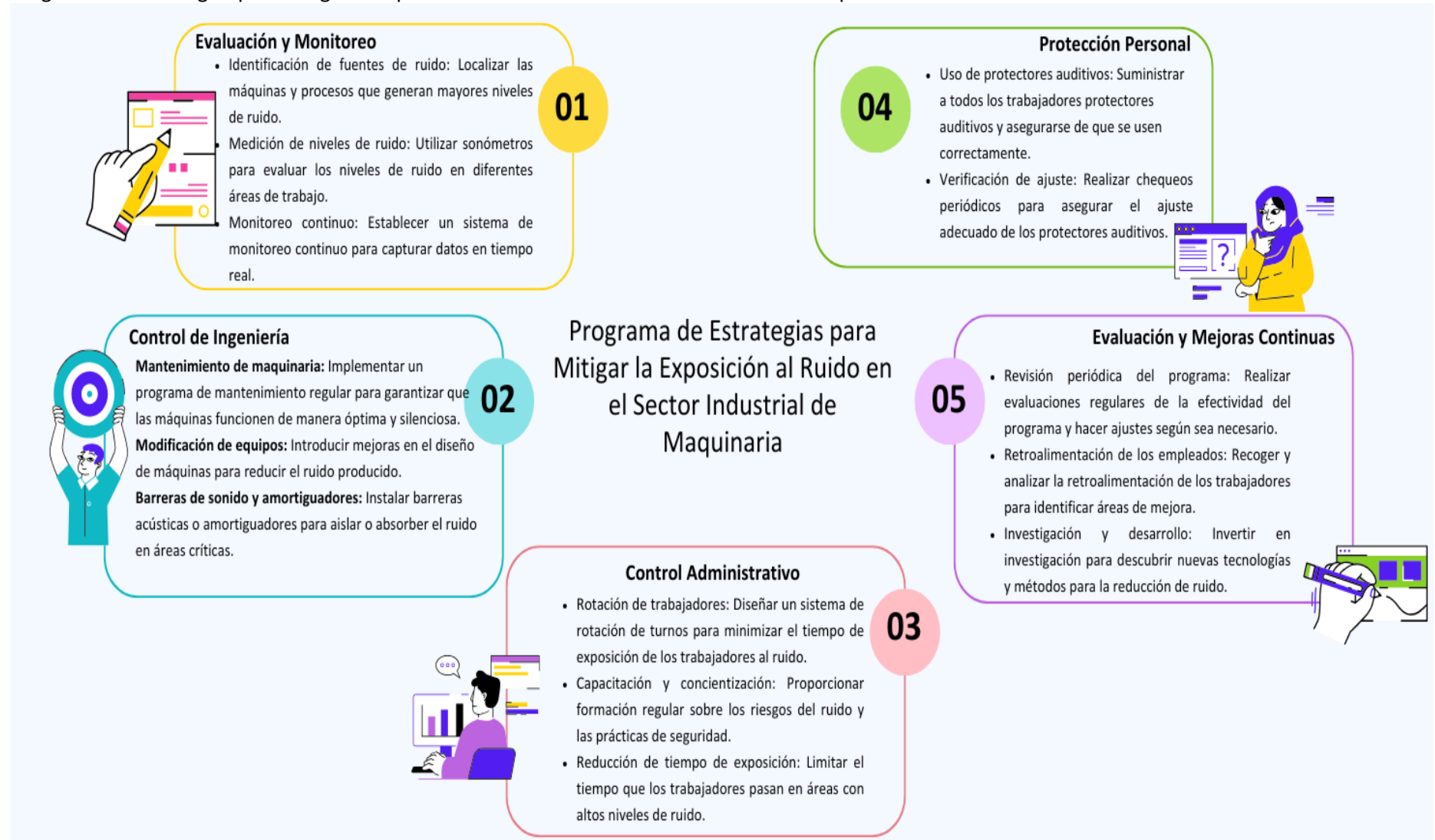
Fuente: Propia (2025)

Proponer estrategias que permitan mitigar la exposición al factor de riesgo físico por ruido a los trabajadores de la empresa del sector industrial de maquinaria:

Partiendo de los resultados obtenidos en la medición de niveles de ruido en las distintas áreas de trabajo de la empresa, es evidente la necesidad de adoptar estrategias para minimizar los riesgos asociados a la exposición prolongada al ruido. Recordemos que, de acuerdo con la normativa nacional e internacional, y los informes de la Organización Mundial de la Salud (2021) la exposición a niveles superiores a 85 dBA sin medidas de protección adecuadas puede generar pérdida auditiva inducida por ruido (PAIR), hipoacusia, tinitus, etc. además de afecciones en la salud mental, y por esto mismo incluso cardiovascular, lo que compromete la seguridad y la calidad de vida de los trabajadores. Por eso, y cumpliendo con la tercera fase de la investigación y los objetivos de esta, se propuso el Programa de Intervención para la Mitigación del Riesgo por Exposición Ocupacional al Ruido como se evidencia en el anexo D y la figura 4.

Figura 4

Programa de estrategias para mitigar la exposición al ruido en el sector industrial de la maquinaria.



Fuente: Propia (2025)

Discusión de resultados:

Los resultados sobre el perfil sociodemográfico y las condiciones laborales de los trabajadores del sector de maquinaria agrícola demuestran características que nos permitieron comprender mejor los factores de vulnerabilidad frente al riesgo por exposición al ruido. La predominancia del sexo masculino (68 %) en la muestra es coherente con lo identificado en estudios previos, como el de la Organización Mundial de la Salud (2021), en el que se señala que más del 60 % de los casos de pérdida auditiva ocupacional afectan a hombres debido a su mayor participación en sectores de alta exposición sonora como la industria pesada y la construcción.

Las condiciones laborales indican que el 40 % de los trabajadores trabaja en áreas operativas, lo que los expone directamente a fuentes sonoras críticas. Esta exposición coincide con las fuentes de riesgo identificadas en la Tabla 8, como prensas hidráulicas, motores, ventiladores y herramientas eléctricas, todos elementos conocidos por generar niveles de ruido superiores a 85 dBA (Ministerio de Salud, Resolución 627 de 2006). La exposición prolongada a estos elementos, en ausencia de controles efectivos, puede derivar en efectos crónicos como hipoacusia neurosensorial, estrés laboral y fatiga auditiva (Espitia, López & Montoya, 2019).

También se identificaron condiciones de trabajo con poca rotación y jornadas continuas, especialmente en áreas como soldadura y ensamble. Estas condiciones están asociadas con un mayor riesgo de daño auditivo irreversible y deterioro del bienestar psicológico, como lo señalan Ovalle, Patiño y Quilaguy (2021), quienes encontraron una alta incidencia de síntomas psicosociales negativos en trabajadores expuestos al ruido constante sin pausas activas.

Los resultados obtenidos en esta investigación evidencian que los trabajadores del sector industrial de maquinaria agrícola en Bogotá están expuestos a niveles de ruido que superan los límites permisibles establecidos por la normativa colombiana e internacional. En la Tabla 1, se observa que el límite permisible para una jornada laboral de 8 horas es de 85 dBA, con una reducción del tiempo de exposición a la mitad por cada aumento de 5 dB(A). Sin embargo, las mediciones realizadas en las áreas de corte de metales, ensamblaje y soldadura mostraron niveles que oscilan entre 85,6 dBA y 92,5 dBA, superando significativamente estos límites. Por ejemplo, en el área de ensamble se registró un nivel de ruido de 92,5 dBA, lo que, según la Tabla 1, requeriría reducir el tiempo de exposición a solo 1 hora para evitar daños auditivos, algo imposible en una jornada laboral típica de 8 horas.

El porcentaje de dosis registrada, que varía entre 114,9% y 504,0%, señala que los trabajadores están sobreexpuestos al ruido en todos los casos analizados, incluso quintuplicando la dosis máxima permitida. Esta sobreexposición no solo incumple las normativas vigentes, sino que también plantea serias consecuencias a nivel de salud pública ocupacional, especialmente en lo referente a la hipoacusia neurosensorial inducida por ruido, una de las enfermedades laborales más comunes y subdiagnosticadas.

Los valores elevados del Índice de Exposición Diario (ÍED) —algunos alcanzando 4,67 y 6,52— refuerzan esta preocupación, indicando que los trabajadores están expuestos a niveles de ruido equivalentes a cuatro o seis veces lo recomendado, aumentando drásticamente el riesgo de pérdida auditiva irreversible si no se toman acciones correctivas urgentes.

Además, Saboya Romero (2018) identificó una exposición del 100% de los trabajadores a niveles de ruido superiores a los límites recomendados en una empresa de topografía, lo que coincide con el hallazgo de que el 30% de los trabajadores de la empresa objeto de estudio presenta exposición a niveles críticos de ruido. Ambos estudios proponen estrategias similares de mitigación, como la implementación de barreras acústicas, el uso obligatorio de protectores auditivos y programas de vigilancia médica, medidas que también fueron propuestas en esta tesis.

Adicionalmente, también en la tabla puede apreciarse que, para mitigar tales riesgos, se analizaron dos tipos de protectores auditivos: los *taponos reutilizables 3M™ E-A-R™ Ultrafit UF-01-000 (NRR 32 dB)* y los *protectores auditivos tipo copa 3M Ref 101 H7P3E (NRR 24 dB)*. Los taponos reutilizables ofrecen una mejor atenuación en comparación con los protectores tipo copa, lo que sugiere que son más eficaces en la reducción del ruido percibido. El análisis del ÍED con EPP muestra que, después del uso de protectores, los niveles de ruido se reducen a valores entre 74,0 dBA y 83,3 dBA, acercándose a niveles considerados seguros. Sin embargo, en situaciones de exposición extrema, como aquellas en las que se registran 90,7 dBA y 92,0 dBA,

Se puede afirmar, por lo tanto, que, a pesar de que la implementación de protectores auditivos logra mitigar significativamente la exposición al ruido, en los casos con ÍED superior a 3,0, resulta más conveniente el uso combinado de taponos y copa para mejorar la protección. Además, es fundamental monitorear a los trabajadores con las exposiciones más altas, ya que valores superiores a 400% de dosis pueden provocar pérdida auditiva a largo plazo. También resulta evidente que en esta y otras empresas similares, es importante implementar pausas auditivas y reforzar la capacitación sobre el uso adecuado de los protectores de manera recurrente.

Desde el marco normativo, la *Organización Internacional del Trabajo (OIT)* y agencias como la *Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA)*, por sus siglas en inglés) establecen que el límite

de exposición permisible (PEL) para una jornada laboral de 8 horas es de 85 dBA, con una tasa de duplicación del riesgo de daño auditivo cada 3 dB adicionales. Esto implica que el área C, con 92 dBA, representa una dosis acumulada de ruido que supera ampliamente los valores recomendados. De acuerdo con la normativa *OSHA 29 CFR 1910.95*, cualquier exposición superior a 90 dBA requiere no solo el uso obligatorio de protección auditiva, sino también la implementación de un programa de conservación de la audición, lo que sugiere que las medidas con que contaba la empresa eran insuficientes.

Desde una perspectiva científica, múltiples estudios han demostrado que la exposición prolongada a niveles superiores a 85 dBA causa daño irreversible en las células ciliadas del oído interno. La teoría de la fatiga auditiva acumulativa, desarrollada en investigaciones como las de Kryter (1994) y Dobie (2008), explica que el oído humano tiene una capacidad limitada de recuperación después de la exposición a ruidos intensos. Cuando se superan los 90 dBA, como en el caso del Área C, las células ciliadas sufren micro traumas que pueden derivar en pérdida auditiva progresiva. Además, la ISO 1999:2013 establece que a partir de niveles de 90 dBA, la probabilidad de pérdida auditiva permanente aumenta drásticamente con la cantidad de años de exposición, lo que significa que los trabajadores expuestos a estos niveles tienen un alto riesgo de desarrollar hipoacusia ocupacional.

Desde una perspectiva de control del riesgo, la jerarquía de control establecida por la NIOSH y la norma *ISO 11690-1:1996* enfatiza que la protección auditiva debe ser el último recurso en la gestión del ruido ocupacional. Antes de depender exclusivamente de los EPP, se deben explorar estrategias como el aislamiento acústico, el mantenimiento preventivo de maquinaria y la redistribución de los espacios de trabajo. Estudios de Passchier-Vermeer & Passchier (2000) han demostrado que la implementación de barreras de absorción y el rediseño de los flujos de trabajo pueden reducir los niveles de ruido en un 20-30%, lo que complementaría de manera efectiva el uso de protección auditiva.

Finalmente, podría decirse que el análisis triangulado de estos datos revela que la exposición de los trabajadores de la empresa, al momento de la investigación, superaba los límites recomendados en ciertas áreas de trabajo, lo cual representaba un riesgo considerable para la salud auditiva.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

El análisis de los datos obtenidos, tanto simulados como los futuros datos reales a recolectar, permitieron identificar las áreas de trabajo y actividades donde los trabajadores del sector industrial de maquinaria agrícola están expuestos a niveles de ruido superiores al límite establecido de 85 dBA para una jornada laboral de 8 horas. De acuerdo con la normativa vigente (*Resolución 1792 de 1990* y estándares internacionales como *NIOSH 1998* y la *ISO 9612:2009*), estos niveles de exposición representan un riesgo significativo para la salud auditiva de las personas.

Las mediciones simuladas evidencian que en varias áreas de la planta los niveles de ruido superan los 85 dBA, llegando incluso a los 92 dBA en algunas zonas críticas, lo que conduce considerablemente a un alto riesgo de hipoacusia ocupacional. En consecuencia, es necesario implementar medidas inmediatas para reducir este tipo de riesgo, especialmente en los sectores donde las exposiciones son más prolongadas y los niveles de ruido son más elevados.

Adicionalmente, el perfil sociodemográfico de los trabajadores señala una gran presencia de trabajadores jóvenes y de mediana edad, lo que sugiere que la exposición a estos niveles de ruido durante largos periodos puede tener un impacto acumulativo a lo largo de sus vidas laborales, incrementando las probabilidades de pérdida auditiva irreversible.

El proyecto presentó algunas limitaciones, entre ellas el tamaño reducido de la muestra, centrada en solo 10 trabajadores, lo que restringe la generalización de los hallazgos. Además, parte de los datos fueron simulados, lo cual puede generar diferencias respecto a las condiciones reales. Factores técnicos como posibles variaciones en la calibración de los instrumentos, el ruido ambiental no controlado, y el comportamiento del trabajador durante la medición también pudieron influir en los resultados. A esto se suma la falta de un análisis profundo sobre la adherencia al uso correcto de los protectores auditivos y el corto tiempo de observación, que limitó el estudio de variaciones temporales en la exposición al ruido.

Estas conclusiones están basadas en los valores límite establecidos por las normativas y recomendaciones mencionadas, así como en los principios de higiene ocupacional que cuyo fin es proteger la salud de los trabajadores mediante la implementación de medidas preventivas y correctivas.

Recomendaciones finales

Los hallazgos de esta investigación no solo permiten proponer medidas correctivas inmediatas en el contexto evaluado, sino que también constituyen una base sólida para futuras investigaciones académicas y empresariales sobre exposición ocupacional al ruido. En este sentido, se formulan las siguientes recomendaciones con un enfoque que facilite la continuidad investigativa:

1. **Implementación de Controles de Ingeniería:** Se recomienda, para futuras investigaciones, evaluar la eficacia comparativa de diferentes tipos de barreras acústicas y tecnologías de aislamiento en entornos industriales con niveles de ruido superiores a 90 dBA. Asimismo, se sugiere estudiar el impacto del mantenimiento preventivo en la reducción de ruido generado por maquinaria, estableciendo protocolos replicables en otros contextos productivos.
2. **Reducción del Tiempo de Exposición:** Las estrategias de rotación de personal y redistribución de tareas deben ser objeto de análisis en estudios posteriores, para evaluar su viabilidad operativa y su efecto real en la disminución del riesgo de hipoacusia. Este tipo de investigación puede contribuir al diseño de modelos de turnos más seguros y sostenibles de acuerdo con la rotación de personal.
3. **Monitoreo Continuo del Ruido:** Se propone como línea de investigación futura el desarrollo y validación de sistemas inteligentes de monitoreo continuo de ruido en tiempo real, que integren sensores IoT y alertas en tiempo real con métrica. Esta recomendación busca fomentar investigaciones que combinen salud ocupacional e innovación tecnológica aplicada a la prevención.
4. **Equipos de Protección Personal (EPP):** Futuras investigaciones podrían evaluar la efectividad real de diferentes tipos de EPP en función del tipo de ruido (frecuencia, intensidad, duración) y características fisiológicas de los trabajadores en la industria de la maquinaria agrícola. También es relevante investigar la adherencia al uso del EPP y los factores psicosociales que influyen en su aceptación.
5. **Capacitación y Sensibilización:** Se sugiere el diseño de estudios longitudinales que analicen el impacto de los programas de capacitación sobre el comportamiento preventivo de los trabajadores y su relación con la reducción de incidencias de daño auditivo. Esta línea puede aportar evidencia para el fortalecimiento de políticas educativas internas en empresas.
6. **Programa de Vigilancia Epidemiológica:** Es recomendable que investigaciones futuras evalúen la efectividad de los programas de vigilancia auditiva en diferentes sectores industriales de

maquinaria agrícola, identificando patrones de deterioro auditivo por ocupación y estableciendo modelos predictivos que permitan acciones correctivas tempranas.

7. **Cumplimiento Normativo:** Se sugiere como aporte investigativo el análisis comparativo del cumplimiento normativo en diferentes regiones o sectores productivos, así como el desarrollo de indicadores que permitan medir el grado de implementación efectiva de los estándares nacionales e internacionales (Resolución 1792 de 1990, NIOSH, ISO 9612:2009, entre otros).

8. Programa de intervención para el control del ruido laboral

Sector: Maquinaria Agrícola Industrial | Ubicación: Bogotá | Año: 2024.

La gestión del riesgo por exposición ocupacional al ruido requiere un enfoque multidisciplinario y jerarquizado. Este programa proporciona una hoja de ruta clara para mitigar el riesgo auditivo en el sector de maquinaria agrícola, fortaleciendo tanto la prevención como el cumplimiento legal, y asegurando condiciones laborales seguras y sostenibles.

Objetivo General

Reducir la exposición ocupacional al ruido en trabajadores del sector de maquinaria agrícola industrial mediante un programa integral de intervención técnica, organizacional y formativa, basado en evidencia higiénica y sociodemográfica.

Tabla 14

Plan de Acción Jerarquizado - Controles del Riesgo

NIVEL DE CONTROL	ACCIÓN PROPUESTA	ACTIVIDAD ESPECÍFICA	INDICADOR DE EVALUACIÓN	RESPONSABLE
1. INGENIERÍA	Aislamiento acústico	Instalación de paneles absorbentes y cabinas insonorizadas	Reducción ≥ 6 dB en zonas críticas y	Área Técnica y SST
	Rediseño de áreas	Separación de fuentes de ruido y rutas de tránsito	Modificación en plano físico	Gerencia de Producción

2. ADMINISTRATIVOS	Rotación de personal	Redistribuir turnos en zonas >85 dBA	Rotación implementada ≥ 90%	Recursos Humanos
	Pausas activas auditivas	Pausas programadas en turnos ruidosos	Registro de pausas > 2 por jornada	SST - Supervisores
	Asignación por GES	Tareas diferenciadas según grupo de riesgo	Cobertura > 80% de los GES identificados	SST - Talento Humano
3. PROTECCIÓN PERSONAL	EPP especializado	Dotación de protectores auditivos NRR ≥ 25 dB	% de trabajadores dotados con EPP adecuado	SST - Compras
	Evaluación de uso	Verificación periódica del uso correcto	3 inspecciones/mes	Coordinador SST

Tabla 15

Componentes de Apoyo Estratégico

COMPONENTE	ESTRATEGIA	INDICADOR	RESPONSABLE
FORMACIÓN Y CULTURA	Capacitación anual sobre hipoacusia y uso de EPP	≥90% de asistencia y comprensión	SST y Bienestar
	Campaña auditiva preventiva “Cuida Tu Oído”	3 campañas/año	Comunicaciones Internas
COMPROMISO INSTITUCIONAL	Inclusión en el SG-SST	Programa incluido y auditado	Gerencia General
	Comité de Ruido	Comité activo trimestralmente	Comité COPASST

Tabla 16

Sistema de Vigilancia Epidemiológica (SVE) para Riesgo Auditivo

ELEMENTO	ACCIÓN	FRECUENCIA	INDICADOR
EVALUACIÓN MÉDICA	Audiometrías ocupacionales	Ingreso, anual y retiro	≥95% con control actualizado
MONITOREO AMBIENTAL	Dosimetrías y mapas de ruido	Semestral	Zonas críticas identificadas y priorizadas
SEGUIMIENTO DE GES	Análisis sociodemográfico continuo	Anual	Actualización de grupos y vulnerabilidades
INDICADORES DEL SVE	Tasa de hipoacusia diagnosticada	Anual	Meta: reducción del 20% en 2 años

Tabla 17

Indicadores Globales del Programa

TIPO	INDICADOR	META
RESULTADO	Reducción de la dosis de exposición diaria >85 dBA	≤10% de trabajadores expuestos en 2 años
IMPACTO	Disminución de casos nuevos de hipoacusia ocupacional	0 casos en 3 años
CUMPLIMIENTO	Implementación de acciones programadas	≥95% ejecución anual
SATISFACCIÓN	Encuesta de percepción sobre el programa	≥85% valoración positiva

Fuente (GATISST)

Estas recomendaciones no solo proponen mejoras prácticas inmediatas en el entorno laboral evaluado, sino que también abren oportunidades para investigaciones más profundas, transversales e interdisciplinarias en el campo de la salud ocupacional, ingeniería industrial y gestión empresarial. Así, este trabajo se proyecta como un insumo valioso para universidades, centros de investigación y empresas interesadas en desarrollar entornos laborales más seguros y sostenibles.

El presente trabajo de investigación constituye una herramienta fundamental para abordar el riesgo auditivo en el sector industrial de maquinaria agrícola. Sus hallazgos permiten identificar de manera técnica y precisa los niveles de exposición ocupacional al ruido, las áreas críticas dentro de la planta y el perfil de los trabajadores más vulnerables.

- Para las empresas: este estudio ofrece una guía práctica para implementar programas de conservación auditiva, establecer controles de ingeniería, fortalecer el uso de EPP y diseñar estrategias de rotación laboral. Además, les permite cumplir con normativas como la Resolución 1792 de 1990 y la ISO 9612:2009.
- Para las universidades: el estudio aporta una base empírica valiosa para impulsar nuevas investigaciones en salud ocupacional, ingeniería industrial, ergonomía y tecnología aplicada. Asimismo, puede ser utilizado como caso de estudio en programas académicos y trabajos de grado.
- Para el gobierno: los resultados brindan evidencia para diseñar políticas públicas más efectivas en prevención de enfermedades laborales, inspección técnica en entornos ruidosos, y actualización de estándares nacionales de exposición al ruido ocupacional.

En conjunto, esta investigación no solo propone soluciones inmediatas para el contexto evaluado, sino que también abre líneas de estudio futuras sobre monitoreo inteligente del ruido, adherencia al uso de EPP, y vigilancia epidemiológica auditiva.

Referencias

- Bonnett, B., Ovalle, A., & Bonnett, B. (2023). Estudio de ruido para prevenir la pérdida auditiva en trabajadores del área de producción de lácteos. *Revista Científica de la Universidad Especializada de las Américas (REDES)*. Obtenido de <https://portal.amelica.org/ameli/journal/443/4434714005/>
- GAVIRIA URIBE, A., RUIZ GÓMEZ, F., DÁVILA GUERRERO, C., BURGOS BERNAL, G., & OSORIO S., E. (2016). ANÁLISIS DE SITUACIÓN DE LA SALUD AUDITIVA Y COMUNICATIVA EN COLOMBIA Convenio 519 de 2015. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ENT/asis-salud-auditiva-2016.pdf>
- Hernández Sampieri, R., Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2010). *METODOLOGÍA de la investigación* (Vol. 5). México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. Obtenido de https://uniminuto-my.sharepoint.com/personal/katherine_montana_uniminuto_edu_co/_layouts/15/onedrive.aspx?ga=1&id=%2Fpersonal%2Fkatherine%5Fmontana%5Funiminuto%5Fedu%5Fco%2FDocuments%2FInvestigaci%C3%B3n%20Formativa%20%2D%20SST%2FLibros%20y%20Art%C3%ADculos%20de%20Investigaci%C3%B3n%20Formativa%20%2D%20SST%2FGrupos%20de%20Exposici%C3%B3n%20de%20Ruido%20en%20Trabajadores%20de%20L%C3%A1cteos
- Masterson, E., & Kerns, E. (2018). *Centers For Disease Control And Prevention*. Obtenido de <https://blogs.cdc.gov/niosh-science-blog/2018/06/28/noise-effects/>
- OVALLE, E., PATIÑO, L., & QUILAGUY, E. (2021). *CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS*. Obtenido de <https://repository.uniminuto.edu/server/api/core/bitstreams/db2c444a-dd3e-4f16-9f61-edf42074854b/content>
- Agroindustria. (7 de Noviembre de 2024). Obtenido de http://semana.com/economia/capsulas/articulo/el-sector-agropecuario-impulsa-el-empleo-con-32-millones-de-personas-ocupadas-y-una-reduccion-del-desempleo-rural/202419/?utm_source=chatgpt.com
- American Industrial Hygiene Association. (2010). *AIHA*. Obtenido de https://uniminuto-my.sharepoint.com/personal/katherine_montana_uniminuto_edu_co/_layouts/15/onedrive.aspx?ga=1&id=%2Fpersonal%2Fkatherine%5Fmontana%5Funiminuto%5Fedu%5Fco%2FDocuments%2FInvestigaci%C3%B3n%20Formativa%20%2D%20SST%2FGrupos%20de%20Exposici%C3%B3n%20de%20Ruido%20en%20Trabajadores%20de%20L%C3%A1cteos
- Bartual Sánchez, J., & Guardino Solá, X. (2018). Obtenido de file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/ntp_244.pdf

Colorado, J. C. (04 de Abril de 2024). Obtenido de <https://www.larepublica.co/empresas/entrevista-con-mauricio-emura-gerente-general-de-imecol-quien-hablo-del-mercado-de-tractores-3833025>

ESPITIA BELTRÁN, J., LÓPEZ RODRÍGUEZ, N., & MONTOYA PARRA, C. (2019). *UNIVERSIDAD EL BOSQUE*. Obtenido de <https://repositorio.unbosque.edu.co/server/api/core/bitstreams/e1f2b836-664c-415c-8117-c548be6ed168/content>

García, E. M. (13 de Diciembre de 2024). *Paralaboral*. Obtenido de <https://www.prolaboral.com/es/blog/efectos-del-ruido-en-la-salud-de-los-trabajadores.html>

Guerrero, M. R. (2022). *UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO*. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/9564/1/Bernal%20Guerrero%2c%20M%20%282022%29%20Estudio%20del%20factor%20de%20riesgo%20ruido%20laboral%20e%20implementaci%3bn%20de%20medidas%20preventivas%20en%20el%20c%3a1rea%20de%20mantenimiento%20de%20la%20>

Herrick, R. F. (03 de 2025). Obtenido de <https://www.insst.es/documents/94886/161958/Cap%C3%ADtulo+30.+Higiene+industrial>

Márquez, R. E. (2022). *Evaluación de la Exposición Ocupacional al Ruido*. Obtenido de [https://grupo-microanalisis.com/evaluacion-de-la-exposicion-ocupacional-al-ruido/#:~:text=Seg%C3%BAn%20otro%20estudio%20de%20la%20OMS%2C%20el,la%20exposici%C3%B3n%20ocupacional%20es%20de%2085%20dB\(A\).](https://grupo-microanalisis.com/evaluacion-de-la-exposicion-ocupacional-al-ruido/#:~:text=Seg%C3%BAn%20otro%20estudio%20de%20la%20OMS%2C%20el,la%20exposici%C3%B3n%20ocupacional%20es%20de%2085%20dB(A).)

Ministerio de la Protección Social . (2006). *SUBCENTRO DE SEGURIDAD SOCIAL Y RIESGOS PROFESIONALES VICERECTORIA ACADÉMICA – EDUCACIÓN CONTINUA*. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/guia-atencion-integral-hipoacusia.pdf>

Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia. (2006). Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/guia-atencion-integral-hipoacusia.pdf>

Ministerio del Trabajo y Ministerio de Salud y Protección Social. (03 de Mayo de 1990). *Resolución 1792*. Obtenido de <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=87427>

Morales Stacey, E. (2023). *UNIVERSIDAD DEL PACIFICO*. Obtenido de UNIVERSIDAD DEL PACIFICO: https://uprepositorio.upacifico.edu.ec/bitstream/123456789/918/4/MSSO_UPACIFICO_28076.pdf

Morillas, L. (31 de Marzo de 2023). *Aurisen Centros Auditivos*. Obtenido de <https://aurisen.es/dispositivos-audicion/que-impacto-tiene-la-perdida-auditiva-en-la-vida-laboral/>

Narvaez-Valderrama, J., González-Calderón, J., Trejos-Zapata, N., Cañizarez-Sanguino, S., Diaz-Ruiz, L., & Zuluaga-Viscaya, J. (2023). La exposición al ruido y su efecto sobre la frecuencia cardiaca, la presión arterial y los niveles de cortisol: una revisión de tema. *IATREAIA*. Obtenido de <https://revistas.udea.edu.co/index.php/iatreia/article/view/349369#:~:text=Resultados:%20la%20exposici%C3%B3n%20al%20ruido%20genera%20un,representa%20un%20riesgo%20de%20sufrir%20eventos%20cardiovasculares.&text=Conclusi%C3%B3n:%20la%20evidencia%20indica%2>

National institute on Deafness and Other Communication Disorders. (23 de Abril de 2025). *NIH*. Obtenido de <https://www.nidcd.nih.gov/es/espanol/perdida-de-audicion-inducida-por-el-ruido#:~:text=Sin%20embargo%2C%20exponerse%20por%20mucho,audici%C3%B3n%20inducida%20por%20el%20ruido.>

Occupational Safety and Health Administration . (2013). *OSHA*. Obtenido de OSHA: <https://www.osha.gov/otm>

Occupational Safety and Health Administration. (2018). *OSHA*. Obtenido de <https://www.osha.gov/annotated-pels/note#:~:text=Dado%20que%20los%20TLV%20y%20los%20BEI,se%20considera%20su%20viabilidad%20econ%C3%B3mica%20ni%20t%C3%A9cnica.&text=La%20ACGIH%20C2%AE%20propone%20pautas%20conocidas%20como,se%20encuentran%20en%20el%20lugar>

OMS. (2021). *Organizacion Mundial de la Salud*. Obtenido de <https://www.revistagacetaudio.es/fondo/informe-mundial-sobre-la-audicion/>

Organización Internacional del Trabajo. (2023). *OIT*. Obtenido de OIT: <https://www.ilo.org/es/temas/administracion-e-inspeccion-del-trabajo/biblioteca-de-recursos/la-seguridad-y-salud-en-el-trabajo-guia-para-inspectores-del-trabajo-y/ruido#:~:text=Por%20qu%C3%A9%20es%20importante%20abordar,fuertes%20tambi%C3%A9n%20pueden%20p>

Organizacion Internacional del Trabajo. (2025). *OIT*. Obtenido de OIT: <https://www.ilo.org/es/temas/administracion-e-inspeccion-del-trabajo/biblioteca-de-recursos/la-seguridad-y-salud-en-el-trabajo-guia-para-inspectores-del-trabajo-y/ruido#:~:text=La%20exposici%C3%B3n%20a%20niveles%20altos,por%20raz%C3%B3n%20de%20la%20edad.>

Organización Internacional del Trabajo. (2025). OIT. En *La Salud y la Seguridad en el Trabajo EL RUIDO EN EL LUGAR DE EL TRABAJO*. Obtenido de https://training.itcilo.org/actrav_cdrom2/es/osh/noise/nomain.htm

- Organización Mundial de la Salud . (02 de Marzo de 2022). *OMS*. Obtenido de OMS: <https://www.who.int/es/news/item/02-03-2022-who-releases-new-standard-to-tackle-rising-threat-of-hearing-loss>
- Organización Paramericana de la Salud. (2021). *OPS*. Obtenido de OPS: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/55067>
- Rangel Ortiz , S., & Zea Rojas , D. (2019). Obtenido de <https://repository.urosario.edu.co/server/api/core/bitstreams/ea87a371-7c32-419d-b969-1a9829d4d768/content#:~:text=Conforme%20a%20las%20cifras%20de,patolog%C3%ADas%20auditivas%20con%20el%204%25>
- Salazar, M. (28 de Marzo de 2023). <https://sodeintecsas.com/wp-content/uploads/2020/06/logo-2-1.webp>. Obtenido de <https://sodeintecsas.com/wp-content/uploads/2020/06/logo-2-1.webp>: <https://sodeintecsas.com/sonometros-una-guia-completa-para-la-medicion-y-control-del-ruido/>
- Salvador, P. (2014). *HIGIENE OCUPACIONAL & AMBIENTAL EVALUACIÓN DE RUIDO*. Obtenido de <https://slideplayer.es/slide/1652847/>
- Sánchez, M. T. (24 de 04 de 2022). *Prolaboral*. Obtenido de <https://www.prolaboral.com/es/blog/riesgos-laborales-agricultura.html>
- Sánchez, M., Valenzuela, J., & Fontecilla, H. (2014). METODOLOGÍAS PARA OBTENER LA DOSIS DE RUIDO DIARIA (DRD). *Sección Ruido y Vibraciones. Departamento Salud*. Obtenido de <https://www.ispch.cl/sites/default/files/MetdologiaDosisOK.pdf>
- Scott, B. (2019). *pulsarinstruments*. Obtenido de [https://pulsarinstruments.com/es/noticias/lesion-por-perdida-de-audicion-ocupacional-en-agricultores/#:~:text=Niveles%20de%20ruido%20t%C3%ADpicos%20en,150%2D165%20dB%20\(A\)](https://pulsarinstruments.com/es/noticias/lesion-por-perdida-de-audicion-ocupacional-en-agricultores/#:~:text=Niveles%20de%20ruido%20t%C3%ADpicos%20en,150%2D165%20dB%20(A))

ANEXOS

Por medio de un formato de observación de inspecciones planeadas se determinaron las áreas, procesos y maquinarias donde está el potencial riesgo de ruido, evaluando los elementos de entrada para la selección de los grupos de exposición similar (personal expuesto al riesgo de ruido) analizando las siguientes variables;

Anexo A

Consentimiento informado

El anexo puede ser consultado en el siguiente enlace:

https://drive.google.com/file/d/1Y_TwZ089kWzM6lpXKxIJs2PRUWa4sq7/view

Anexo B

Encuesta sociodemográfica

El anexo puede ser consultado en el siguiente enlace:

[https://docs.google.com/spreadsheets/d/1T5UMOf3JoSeuOY_PRzaNZj8Uqva_4Rw/edit?usp=s
haring&ouid=115568548499270567464&rtpof=true&sd=true](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1T5UMOf3JoSeuOY_PRzaNZj8Uqva_4Rw/edit?usp=s
haring&ouid=115568548499270567464&rtpof=true&sd=true)

Anexo C

Encuesta de observación estructurada

El anexo puede ser consultado en el siguiente enlace:

[https://docs.google.com/spreadsheets/d/1bkH_F0oITtu4clgBLnYZmJiFUnITEONx/edit?usp=drive
_link&ouid=115568548499270567464&rtpof=true&sd=true](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1bkH_F0oITtu4clgBLnYZmJiFUnITEONx/edit?usp=drive
_link&ouid=115568548499270567464&rtpof=true&sd=true)

Anexo D

Programa de Intervención para la Mitigación del Riesgo por Exposición Ocupacional al Ruido

El anexo puede ser consultado en el siguiente enlace:

[https://docs.google.com/document/d/1xznYn7WmiZpGf1_Agz6MQm3VfTYFQ6fA/edit?usp=driv
e_web&ouid=115568548499270567464&](https://docs.google.com/document/d/1xznYn7WmiZpGf1_Agz6MQm3VfTYFQ6fA/edit?usp=driv
e_web&ouid=115568548499270567464&)

